Bibliothèque de Philosophie scientifique
Dirigée par le D[r] Gustave Le Bon

HENRI PIÉRON
Directeur du Laboratoire de Psychologie physiologique de la Sorbonne

L'Évolution de la Mémoire

Ouvrage orné de 20 figures



PARIS
ERNEST FLAMMARION, ÉDITEUR
26, RUE RACINE, 26

Sixième mille

3° HISTOIRE GÉNÉRALE

ALEXINSKY (Grégoire), ancien député à la Douma. **La Russie moderne** (8e mille).

ALEXINSKY (Grég.). **La Russie et l'Europe** (5e mille).

AVENEL (Vicomte Georges d'). **Découvertes d'Histoire sociale** (7e mille).

BIOTTOT (Colonel). **Les Grands Inspirés devant la Science. Jeanne d'Arc.** (3e m.)

BOUCHE-LECLERCQ (A.), de l'Institut. **L'intolérance religieuse et la politique** (4e m.).

CAZAMIAN (Louis). **La Grande-Bretagne et la guerre** (5e mille).

CHARRIAUT (Henri) et M.-L. AMICI-GROSSI. **L'Italie en guerre** (5e mille)

COLIN (J.), Général. **Les Transformations de la Guerre** (7e mille).

COLIN (J.), Général. **Les Grandes Batailles de l'Histoire.** *De l'antiquité à 1913.* (7e m.)

DIEHL (Ch.), de l'Institut. **Byzance, grandeur et décadence** (8e mille).

GENNEP. **Formation des Légendes** (6e m.)

HARMAND (J.), ambassadeur. **Domination et Colonisation** (4e mille).

HILL, ancien ambassadeur. **L'Etat moderne** (4e mille).

HOVELAQUE (Émile). Inspectr général de l'Instruction publique. **Les Peuples d'Extrême-Orient. La Chine** (4e mille).

LEGER (Louis), de l'Institut. **Le Panslavisme** (4e mille).

LICHTENBERGER (H.), professeur adjoint à la Sorbonne **L'Allemagne moderne** (14e m.).

LICHTENBERGER (H.) et Paul PETIT. **L'Impérialisme économique allemand** (7e m.).

MEYNIER (Commandant O.). pr à l'École militaire de Saint-Cyr. **L'Afrique noire** (5e mille).

MICHELS (Robert). Professeur à l'Université de Turin. **Les Partis Politiques** (4e m.).

MUZET (A.). **Le Monde balkanique** (5e m.).

NAUDEAU (Ludovic). **Le Japon moderne, son Evolution** (11e mille).

OLLIVIER (E.), de l'Académie française. **Philosophie d'une Guerre (1870)** (6e mille).

OSTWALD (W.), professeur à l'Université de Leipzig. **Les Grands Hommes** (4e mille).

4° HISTOIRE DES DÉMOCRATIES

AURIAC (Jules d'). **La Nationalité française, sa formation.**

BATIFFOL (Louis). **Les Anciennes Républiques alsaciennes** (5e mille).

BLOCH (G.), professeur à la Sorbonne **La République romaine** (4e mille).

BORGHÈSE (Prince G.). **L'Italie moderne** (4e mille).

CAZAMIAN (Louis), me de Conférences à la Sorbonne. **L'Angleterre moderne** (7e m.)

CHARRIAUT. **La Belgique moderne** (8e m.).

COLSON (C.), de l'Institut. **Organisme économique et Désordre social** (5e mille)

CROISET (A.), de l'Institut. **Les Démocraties antiques** (10e mille).

DIEHL (Charles), de l'Institut. **Une République patricienne. Venise** (6e mille).

GARCIA-CALDERON (F.). **Les Democraties latines de l'Amérique** (6e mille).

HANOTAUX (Gabriel), de l'Académie française. **La Démocratie et le Travail** (8e mille)

LE BON (Dr Gustave). **La Révolution Française et la Psychologie des Révolutions** (15e mille).

LUCHAIRE (J.) Dr de l'Institut de Florence. **Les Démocraties Italiennes** (5e mille).

PIRENNE (H.), Profr à l'Université de Gand. **Les anciennes Démocraties des Pays-Bas** (4e mille).

ROZ (Firmin). **L'Energie américaine** (11e m.).

L'Évolution de la Mémoire

PRINCIPALES PUBLICATIONS DE L'AUTEUR

Psychologie du rêve au point de vue médical (en collaboration avec N. Vaschide). 1 vol. in-16. J.-B. Baillière (*Actualités médicales*).

Technique de psychologie expérimentale (en collaboration avec Ed. Toulouse et N. Vaschide). 1 vol. in-16. O. Doin (*Bibliothèque de Psychologie*).

Le mécanisme de l'inversion, chez l'homme, du rythme nycthéméral de la température (en collaboration avec Ed. Toulouse) (*Journal de Physiologie*).

La conception générale de l'association et les données de l'expérience (*Revue philosophique*).

Contribution à la psychophysiologie de l'Actinia equina. 1 vol. in-8° (*Institut psychologique*).

Le problème de l'autotomie. 1 broch. in-8° (*Bulletin scientifique*).

Contribution à la Biologie de la Patelle et de la Calyptrée (*Archives de Zoologie expérimentale* et *Bulletin scientifique*).

Les facteurs des mouvements périodiques des Convoluta (*Bulletin du Muséum*).

L'évolution du psychisme. 1 broch. in-8° (*Revue du Mois*).

Les problèmes actuels de l'instinct. Conférence transformiste de la Société d'Anthropologie. 1 broch. in-8°.

Bibliothèque de Philosophie scientifique

HENRI PIÉRON

MAITRE DE CONFÉRENCES A L'ÉCOLE DES HAUTES-ÉTUDES

L'Évolution de la Mémoire

Ouvrage orné de 20 figures.



PARIS
ERNEST FLAMMARION, ÉDITEUR
26, RUE RACINE, 26

1914

L'Évolution de la Mémoire

PRÉFACE

Mes premiers mots seront pour adresser au lecteur une excuse : Ce livre de philosophie scientifique paraîtra sans doute bien bourré de faits, et, en comparaison, bien pauvre d'idées ; les détails paraîtront parfois singulièrement nombreux, les controverses d'objet mince.

Cela est vrai, et je m'en accuse... sans réussir à m'en vouloir.

Lorsque l'esprit veut, en effet, s'élever à une certaine hauteur au-dessus des données positives, il lui est nécessaire de s'assurer minutieusement, chaque fois, du point d'appui qui doit lui servir à s'élancer, surtout lorsque la solidité de ce tremplin des faits n'a pas encore été souvent éprouvée.

Évidemment, quand on part des phénomènes physiques — qui sont, avec les phénomènes psychologiques, les grands inspirateurs des théories générales — on se sent le pied assez sûr, bien que l'on s'aperçoive aujourd'hui de la fragilité de certaines de nos connaissances qu'on ne croyait plus nécessaire de discuter, et que Gustave Le Bon ait donné à cet égard singulièrement à réfléchir.

Mais les garanties sont bien moindres en matière

psychologique. Tous les faits sont loin d'être acceptés sans discussion, et, dès lors, quelques lenteurs que cela entraîne, il est indispensable de citer avec précision l'auteur responsable, afin que chacun puisse à son gré vérifier les assertions émises, s'il y a lieu, et juger si les interprétations lui paraissent convenables.

Cela est certes indispensable pour les recherches de psychologie humaine, bien qu'un grand nombre de résultats soient maintenant définitivement acquis, grâce au labeur — souvent formidable, à vrai dire, pour un maigre butin — de la psychologie expérimentale moderne, et surtout de la psychologie allemande et de la psychologie américaine, si florissante : et l'on pourra juger de ces multiples concordances, et constater à maintes reprises, dans ce livre, l'importance des recherches que l'on affecte souvent, par dilettantisme, de mépriser, ce qui se comprend de la part d'artistes ou de littérateurs, qui en jugent comme un cordon bleu peut regarder de haut les efforts des chimistes.

Mais cela est indispensable surtout pour les recherches de psychologie comparée, si nouvelles et si mal connues.

Je ne puis m'empêcher de citer ici à l'appui quelques lignes de Ch. Richet — dont on verra la perpétuelle réfutation au cours des pages de ce livre — de Ch. Richet qui identifie la mémoire et l'intelligence, et refuse la dernière, c'est-à-dire l'autre, à presque tous les animaux :

« Un animal sans souvenirs, dit-il, est une machine dont tous les rouages fonctionnent d'une manière déterminée à l'avance, due à son organisation anatomique, tandis qu'un animal avec souvenirs a des réactions qu'on ne saurait prévoir. Tel ou tel objet insignifiant en apparence va peut-être provoquer en lui une émotion inattendue, parce qu'il va évoquer une association d'idées que personne ne pourrait soupçonner.

Il s'ensuit que la dose plus ou moins grande d'intelligence des animaux revient en somme à une dose plus ou moins grande de mémoire... *Une tortue aura les réactions de toutes les tortues, un papillon ne différera en rien des papillons de son espèce*, tandis que deux chiens, et à plus forte raison deux êtres humains, ne peuvent jamais être exactement semblables ; car il faudrait leur supposer, ce qui n'existe assurément pas, des souvenirs absolument communs et identiques... *Un hanneton, un crabe, un lézard ont les uns et les autres rigoureusement la même organisation que tous les hannetons, tous les crabes et tous les lézards de la création*. Au contraire, chez les animaux doués de mémoire... »[1].

Eh bien ! non, les hannetons, les crabes, les lézards peuvent différer beaucoup, suivant les espèces, dont on ne doit jamais négliger l'exacte détermination, suivant leur lieu de vie, suivant même leur expérience passée, comme nous le verrons, et comme l'a maintes fois montré mon bien regretté maître Alfred Giard, qui a exercé une si vive impulsion dans les recherches de psychologie évolutive.

Les recherches se multiplient à l'heure actuelle, surtout en Amérique, où un grand nombre de psychologues, en particulier sous l'influence excellente de Yerkes, ont cessé de s'occuper exclusivement de l'esprit humain et se sont adonnés parallèlement à l'étude des animaux[2], et en France, où s'est justement fait sentir l'action profonde de Giard.

Malheureusement, il est rare en France qu'on échappe, dans les divers domaines scientifiques, aux

1. Ch. Richet. Les réflexes psychiques. *Revue philosophique*, 1888, t. XXV, p. 407 et 411.

2. Je tiens à dire à ce propos que j'ai utilisé avec grand profit le manuel de psychologie comparée que miss Margaret Washburn a eu l'excellente idée d'écrire sous le titre : *The animal Mind*.

divisions intestines qui s'exaspèrent de trop de proximité ; tandis qu'aux États-Unis ou en Allemagne, les chercheurs dispersés dans les nombreux centres universitaires, dans des laboratoires éloignés, se solidarisent et coopèrent au besoin à des recherches, les Français, Parisiens ou aspirant à l'être, en arrivent généralement à se heurter.

Et c'est ainsi qu'on a pu voir un auteur, élève de Loeb, écrire un livre de polémique, où il prétend régenter les tendances de la psychologie comparée, interdit *urbi et orbi* les mots d'instinct et de volonté et fait naître l'intelligence de conceptions qui me paraissent un peu simplistes[1]. Il sera facile de voir

1. Je n'insisterai guère dans ce livre sur les questions de mots, peu intéressantes ; je m'efforcerai seulement d'employer des termes bien définis, suivant le conseil de Pascal :

« Il faut, a dit ce profond penseur, substituer mentalement la définition à la place du défini et avoir toujours la définition si présente que toutes les fois qu'on parle, par exemple, du nombre pair, on entende précisément que c'est celui qui est divisible en deux parties égales... Car les géomètres et tous ceux qui agissent méthodiquement n'imposent des noms aux choses que pour abréger le discours, et non pour diminuer ou changer l'idée des choses dont ils discourent... Rien n'éloigne plus promptement et plus puissamment les surprises captieuses des sophistes... »

Je croyais comme Pascal, qu'avec une définition rigoureuse j'éviterais les surprises captieuses, et j'ai donné dans certains travaux, au mot de volonté, un sens objectif en m'appuyant sur la variabilité d'origine sensorielle. Or j'ai eu la triste surprise de me voir attaqué sur ce mot, avec acharnement ; cependant qu'on m'empruntait ce critérium, on raillait le terme tout comme si je l'employais pour désigner le libre arbitre... pour le moins. Et mes travaux sont aussi sans valeur parce que j'emploie le terme d'anticipation pour des phénomènes adaptatifs rencontrés très tôt chez les animaux, phénomènes à partir desquels se différencie ce que j'appelle l'intelligence.

Pour moi, je me refuse à employer ces procédés de polémique, et je m'efforce de ne pas entrer dans les querelles personnelles. En tout cas je tâche, de toutes mes forces, de juger impartialement les travaux, d'où qu'ils viennent, et de m'appuyer honnêtement sur eux quand il y a lieu.

que mon école n'est point la sienne, et, tandis qu'il paraît viser à créer des fossés, des hiatus dans l'évolution mentale, je crois pouvoir dégager des faits la continuité profonde que l'école transformiste, à la suite de Lamarck, écrasé aujourd'hui par ceux qui se réclament le plus de lui, a toujours affirmée avec force.

Nous n'aurons guère à envisager, dans ce volume, la conception des tropismes, qui présenteraient une différence de nature d'avec les phénomènes associatifs, opinion difficile à réfuter, car, lorsque les tropismes varient, on les affirme invariables en rejetant la responsabilité de la variation sur des phénomènes surajoutés. Mais nous nous étendrons longuement sur l'étroite parenté des phénomènes mentaux de l'homme et des animaux.

Et la continuité que nous établirons ne paraîtra sans doute pas d'accord avec la conception de l'apparition brusque de l'homme, doué d'un cerveau hypertrophié, surgissant comme Minerve toute casquée du crâne de Jupiter, par une de ces mutations sans causes, dont la conception hâtive, basée sur les faits de déclanchement brusque de caractères jusque-là masqués, s'est répandue aujourd'hui avec un bien étonnant succès.

La profonde identité des mécanismes mentaux du haut en bas de l'échelle des organismes est bien faite pour rappeler que, malgré les nécessités de la spécialisation, les études d'une portée un peu générale ne doivent pas se limiter à quelques êtres avec méconnaissance des autres, et que la psychologie humaine doit bénéficier des recherches sur les animaux, comme la psychologie animale des études effectuées sur l'homme.

Il n'y a qu'une psychologie, comme il n'y a qu'une physiologie, qu'une chimie, qu'une physique, et les lois générales qui peuvent être établies sont valables dans tout le domaine de la science.

Parmi les sciences biologiques, la psychologie objective prend enfin la large place à laquelle elle a droit, et ce livre, qui en sera, j'espère, une constante démonstration, peut bien, à ce titre, être envisagé comme une contribution à la *Philosophie scientifique*, si modeste qu'elle soit à côté de nombre de ses aînées.

Paris, 1er juin 1909.

INTRODUCTION

DES PERSISTANCES INORGANIQUES A LA MÉMOIRE HUMAINE

§ 1. — LES ACCEPTIONS DE LA MÉMOIRE.

Le terme de mémoire implique, dans notre langage usuel, des acceptions nombreuses, qui ne sont pas sans paraître assez disparates.

L'on dit parfois que la terre, pétrie par un artiste, et qui garde les empreintes qu'y ont imprimées ses doigts, conserve le souvenir des pressions exercées sur elle, qu'elle possède de la mémoire ; et il n'est pas jusqu'à des physiciens qui n'emploient cette expression pour des phénomènes de même ordre.

C'est, d'autre part, le même mot qui désigne la propriété, que je constate dans ma conscience, d'évocation, à un moment quelconque, d'images autrefois perçues ; et si l'on consulte les définitions de la mémoire que fournissent, dans leur banalité, les manuels philosophiques, on trouve que c'est la faculté de réapparition à l'esprit des phénomènes de conscience, souvent appelés encore, d'un mot suranné, des idées.

N'y a-t-il pas là deux catégories de faits bien éloi-

gnées l'une de l'autre? Mais, si éloignées soient-elles, de nombreux esprits les conçoivent pourtant comme deux cas particuliers d'une fonction continue. Et c'est ce qu'affirme, par exemple, dans son livre de la *Mémoire*, un psychologue de réelle valeur, Van Biervliet :

« Quant aux corps solides, dit-il, nous *voyons* qu'ils retiennent. Cette déformation extérieure, visible, des corps solides, et qui va en s'accentuant à mesure que le mouvement modificateur se répète, est un fait indéniable, et ce fait ne s'explique que par la faculté de *retenir*.

« Le corps solide qui retient prend un aspect, un habitus nouveau, il contracte une *habitude*.

« Personne ne peut dire au juste ce qu'est une représentation sensible, une émotion; sont-ce des modifications moléculaires ou atomiques, quelque chose de semblable à des courants électriques, comme d'autres encore le soutiennent? Je n'en sais rien; mais, quelle que soit leur nature, les images cérébrales sont des quantités de mouvement. Ces mouvements traversant les centres nerveux *doivent* les déformer, et, par conséquent, y laisser une modification constante, diminutif de la modification intense qui est l'image actuelle, et cela, non seulement dans les cellules de l'écorce où la représentation devient consciente, mais dans les fibres nerveuses qui y mènent ou en partent ; partout où un courant nerveux a passé, depuis l'organe des sens qui l'a reçu d'abord jusqu'au muscle dans la contraction duquel il s'est résolu, il laisse une déformation plus ou moins profonde dans les parties traversées.

« Il faut remarquer que tout ceci n'est nullement une hypothèse, mais une vérité établie sur l'expérience, d'une part, et les lois de la mécanique, d'autre part.

« Quand on envisage le problème de la mémoire,

on lui donne généralement une portée infiniment restreinte, on ne considère le plus souvent que la seule mémoire consciente chez l'homme et les animaux supérieurs, la mémoire des centres supérieurs du cerveau. Mais toutes les parties solides ou semi-solides de l'organisme retiennent aussi bien, peut-être mieux, que l'écorce cérébrale. Qu'est-ce que la déformation de l'épine dorsale contractée, chez tant de jeunes enfants. à la suite d'une position vicieuse habituelle ? C'est tout simplement le signe extérieur, la preuve de la mémoire du rachis : jamais on ne verrait d'enfants aux jambes en cerceaux si, aussitôt que le sujet cessait de marcher, les os reprenaient exactement leur forme première ; le muscle, si déformable, retient les contractions qu'on lui impose ; les germes se souviennent ; les centres nerveux inférieurs retiennent ainsi que les supérieurs ; bref, la mémoire est répandue dans tout notre corps. »

Mais cette opinion, si nettement exprimée par Van Biervliet, pour répandue qu'elle soit, n'en est pas pour cela justifiée, d'autant qu'on pourrait entendre un tout autre son de cloche, et que la conception d'une hétérogénéité absolue des phénomènes en question s'oppose fréquemment à une assimilation, considérée dès lors comme superficielle et illusoire.

Il est donc indispensable, pour retracer une évolution de la mémoire, de préciser d'abord l'étendue des phénomènes dont on doit parler.

Il nous faut examiner ce qu'ont d'essentiel les faits qu'on attribue de façon plus ou moins constante à la mémoire, rechercher ce qu'ils ont de commun en même temps que ce pourquoi ils diffèrent, enfin déterminer leurs rapports, leur enchaînement, afin de vérifier si leur continuité est réelle ou s'il existe des hiatus, et, au cas où la continuité serait indéniable, s'il n'est point cependant possible d'établir des coupures artificielles mais justifiées, comme en des points

de rebroussement d'une courbe, et susceptibles d'imposer l'emploi de termes différents.

§ 2. — LA MÉMOIRE INORGANIQUE.

Les exemples que nous avons cités, aux deux extrémités de la série des phénomènes, ont incontestablement un caractère commun : ils manifestent également une influence persistante du passé sur l'état présent, un effet consécutif d'événements disparus sur les phénomènes actuels ; et la définition générale de la mémoire, seule adéquate pour toutes les dénominations courantes, ne devra impliquer que ce caractère.

Comme le dit Loeb, dans sa *Comparative Physiology of the Brain*, le mot mémoire représente *any after-effect of external circumstances*.

Mais, dans un sens si général, la mémoire ne va-t-elle pas s'appliquer à tous les phénomènes de la nature? Il ne le semble pas, car les corps, sous certains états, paraissent échapper en général à cette persistance des effets dus à des causes passagères.

C'est en vain qu'on maintiendra de l'eau dans un récipient d'une forme donnée pendant les durées les plus longues ; l'eau ne manifestera en aucune manière qu'elle a été soumise à cette forme lorsqu'on lui aura fait quitter le récipient ; la pierre qu'on fait tomber dans une mare agira sur l'air, puis sur l'eau, y provoquant des ondes circulaires qui s'atténueront et s'effaceront, mais dont il ne restera nulle trace ; si l'on reprend la pierre pour la lancer, les mêmes phénomènes se produiront, mais toujours identiques, sans que le fait de leur répétition puisse exercer une influence, telle du moins qu'elle se manifeste à nous.

Les gaz et les liquides paraissent donc échapper à

l'action du passé. Mais, si le liquide devient visqueux, il n'en est déjà plus tout à fait de même : si l'on fait tomber une bille de plomb dans un pot de résine, il se produira une dépression en entonnoir qui ne disparaîtra pas aussitôt; elle semblera bien persister. Mais que l'on revienne voir une heure après la surface éventrée, et, comme pour l'eau de la mare, on ne soupçonnera plus que cette nappe unie ait pu être si profondément violentée.

Seulement, si l'on va jusqu'au terme de cette transformation des liquides qui entraîne leur viscosité croissante, si l'on envisage l'état solide, auquel l'état visqueux, s'il est permis d'employer ce terme, se relie comme une simple transition, l'on trouvera dès lors des influences persistantes des événements antérieurs : Le bloc de glace moulé dans un vase en gardera la forme tant qu'il restera solide.

On a voulu, de ce point de vue de la mémoire des corps, différencier de la façon la plus profonde la chimie des colloïdes de celle des cristalloïdes :

« Un colloïde. dit Jacques Duclaux, porte la trace de toutes les modifications que nous lui avons fait subir, et il les enregistre toutes dans leur ordre. Chauffé, puis refroidi, il a changé. Desséché et redissous, il n'est plus le même. Ses propriétés dépendent, non seulement de la date et des conditions de sa naissance, mais de toutes les circonstances de sa vie[1]. »

Seulement, si ces faits s'appliquent bien aux colloïdes, ils ne s'appliquent point qu'à eux, et tout ceci, comme Painlevé[2] l'a rappelé, peut, en réalité, se dire des solides en général. Et cela est si vrai que les corps solides sont de très mauvais étalons

1. J. Duclaux. La synthèse chimique. *Revue du Mois*, n° 26, 10 février 1908, p. 173.

2. P. Painlevé. La synthèse chimique et la vie. *Id.*, n° 29, 10 mai 1908, p. 524-525

de mesures. Il existe, pour les corps chauffés, d'une façon très générale, des résidus de dilatation; et, au Bureau des Poids et Mesures, les thermomètres de précision possèdent un dossier relatant tous les détails de leur existence qui influent sur la réaction actuelle aux facteurs calorifiques.

Mais Painlevé proteste contre les termes de mémoire ou d'hérédité pour désigner ces phénomènes, qui revêtent ainsi un caractère obscur, alors qu'ils n'ont en réalité rien de mystérieux: on en arrive parfois en effet. — sous l'influence d'un mouvement philosophique et scientifique qui tend à donner au facteur *temps*, si longtemps négligé, un rôle absolument prépondérant, — à croire qu'on ne peut connaître les corps qu'en connaissant leur histoire, ce qui revient à dire, car l'histoire implique un passé illimité qui nous échappe, que nous ne pouvons et ne pourrons jamais les connaître, et c'est là la thèse philosophique de la contingence des lois de la nature.

Mais, comme Painlevé l'expose avec vigueur, notre appel au passé n'est dû qu'à notre insuffisante connaissance du présent : je saurai qu'un clou, sans connaître son histoire, aura sa résistance électrique changée, si je vois que sa tête a été écrasée par un coup de marteau; mais, si cet écrasement n'est pas visible à l'œil nu, alors, ou j'aurai recours à son histoire récente, ou je ferai appel au microscope ; pour le résultat, l'un vaut l'autre ; pour la méthode, le second procédé est de beaucoup le meilleur

Dans deux bandes d'acier dont les aimantations ont été déterminées par des champs magnétiques variables, dus à des plaques vibrant sous l'influence de la voix, dans le télégraphone de Paulsen, je ne puis, à les examiner, trouver des différences ; mais, si je ne sais ce qui leur est arrivé, je le saurai quand je voudrai, en leur faisant reproduire les sons qu'elles ont enregistrés. Et si je ne me rappelle plus, à

considérer à la chambre noire deux plaques photographiques, laquelle a été impressionnée par un paysage, laquelle par un portrait, il me suffira de l'action du révélateur pour être fixé à leur égard

Ainsi, dans tous les cas, on est pratiquement en possession ou on est en droit de supposer la possession théorique d'un révélateur actuel, qui permette de connaître l'état d'un corps d'une façon suffisamment précise pour qu'on soit dispensé de recourir à la connaissance des événements passés.

Nous aurons à voir si ce caractère est de nature à justifier une coupure dans la série de nos phénomènes. Mais assurons-nous d'abord que tous les faits qui présentent ce caractère sont réellement homogènes et s'enchaînent bien les uns aux autres.

Parmi les influences persistantes, les unes apparaissent comme définitives, irréversibles : c'est ainsi que le verre qui tombe à terre et se brise en morceaux ne pourra plus se reconstituer sous sa forme première; il ne le pourra plus, du moins dans la mesure où il restera à l'état solide. D'autres, au contraire, se montrent susceptibles d'un retour à l'état antérieur : la boule d'argile, convenablement pétrie, moulée dans un vase conique, gardera la forme nouvelle, mais pourra reprendre la forme primitive, pour revenir encore, au besoin, à la forme conique.

Dans ce cas, il persiste dans le corps considéré comme solide, du moins à une certaine température, une souplesse caractéristique des états liquides [1]. C'est qu'en effet la division des états des corps est, pour une grande part, artificielle, et qu'en réalité, du liquide typique au solide typique, tous les intermé-

1. Cette souplesse peut être due souvent à des transformations partielles du corps solide, comme c'est le cas pour la glace qui se moule très bien sous pression, par suite de fusions locales dues à l'échauffement.

2

diaires se rencontrent ; il y a déjà de la viscosité dans tous les liquides et jusque dans les gaz ; il y en a encore dans tous les solides ; il y a quelque chose du solide dans le gaz, quelque chose du gaz dans le solide. C'est dire que, dans la persistance du passé, toutes les étapes se peuvent rencontrer.

Le retour à l'équilibre de l'air, lorsqu'un corps tombe, n'est pas instantané ; si court soit-il, il représente donc une période où l'événement antérieur continue d'agir. Cette étape est plus longue encore pour les liquides, et sa durée croît avec la viscosité ; elle croît tellement qu'à un moment donné, le retour ne semble plus survenir, et l'effet paraît permanent, mais on a toujours une même courbe, une même fonction. Le retour ne survient plus spontanément, mais il est encore des cas où ce retour peut se produire sous l'influence de forces nouvelles mises en jeu ; puis, il devient de plus en plus difficile, et enfin il apparaît impossible, sans qu'aucun hiatus puisse être décelé.

Toute cette série concerne des modifications de forme, des modifications apparentes des corps à l'état de repos. Mais il en est de même pour des propriétés qui ne se révèlent que par une certaine activité fonctionnelle, et se dissimulent plus ou moins à l'état de repos ; ces propriétés apparaissent alors comme des dispositions qui rendent plus facile ou plus difficile tel phénomène dynamique.

Si je roule une feuille de papier, je puis ensuite l'étaler à nouveau dans un plan et la maintenir étalée ; mais, si je la laisse à elle-même, elle tendra à s'enrouler plus ou moins dans le sens même où elle l'avait été déjà et à rester ensuite dans cette position. Nous avons affaire là à un cas de modifications réversibles, mais avec persistance d'une tendance spontanée au retour vers un état antérieur, variable suivant le cours des événements passés.

Et, lors même que cette tendance spontanée aurait disparu, et que la feuille, maintenue parfaitement plane pendant assez longtemps, ne s'enroulerait plus d'elle-même, il persisterait cependant une disposition latente, mais révélable : on constaterait encore qu'il suffirait d'un moindre effort pour rouler la feuille dans le sens où elle l'avait été autrefois qu'en sens contraire, et une telle différence, à condition qu'elle ne soit pas explicable par d'autres facteurs, tels qu'une variation de l'état hygrométrique sur les deux faces de cette feuille, suffirait à démontrer l'existence d'un enroulement antérieur.

Dans ce cas, comme dans d'autres que nous avons eu occasion de citer déjà, le présent peut suffire pour révéler le passé.

Très analogue à ce cas se montre le phénomène le plus généralement cité comme un exemple surprenant de la mémoire inorganique, celui de l'*hystérésis*, si souvent envisagé que le mot d'hystérésis a été plusieurs fois proposé comme substitut de celui de mémoire pour désigner jusqu'aux souvenirs humains.

Qu'est-ce donc que l'hystérésis ?

On sait que, si l'on enroule autour d'un barreau métallique, d'un barreau d'acier, par exemple, un fil où l'on fait passer un courant électrique, le barreau qui se trouve dans le champ magnétique engendré par le courant s'aimante à son tour d'une façon régulière, en fonction de l'accroissement d'intensité du champ, c'est-à-dire du courant.

On pourrait dès lors s'attendre à ce qu'au fur et à mesure de la décroissance d'intensité du courant, l'induction diminue en obéissant à la même équation que pendant la période de croissance et repasse par les mêmes valeurs, pour les mêmes valeurs du champ.

Or, il n'en est pas ainsi ; l'effet persistant à la cause, l'aimantation diminue lentement pour une diminution rapide du champ, et elle a encore une

certaine valeur alors que le courant ne passe plus, que le champ magnétique est annulé.

A vrai dire, un tel désaccord de retour entre une cause et son effet n'est point extrêmement rare.

Pour en donner un exemple très simple, supposons que, sur une bicyclette suspendue, je manœuvre les pédales qui font tourner la roue d'arrière avec un dispositif de roue libre ; la vitesse de rotation de la roue ne cessera pas d'être proportionnelle à celle de rotation des pédales, tant que j'augmenterai cette dernière vitesse ; mais si j'arrête très rapidement le mouvement des pédales, la vitesse de la roue ne diminuera que très lentement et sera encore considérable après l'arrêt du système moteur ; elle ne diminuerait même pas, étant donné le phénomène d'inertie, si des résistances et des frottements n'entraient en jeu. Mais, en réalité, elle finit par s'annuler.

Seulement, si nous avons un mécanisme de rotation en sens contraire et que nous voulions le faire fonctionner aussitôt l'arrêt du premier mécanisme, nous n'arriverons à le mettre en mouvement qu'après avoir dépensé en pure perte un effort, qui sera uniquement destiné à amortir la vitesse rémanente de la rotation dans le sens primitif. Substituons alors à nos efforts non mesurables ceux d'un moteur dont nous pouvons connaître la dépense énergétique et recommençons régulièrement nos arrêts avec mise en marche en sens contraire ; la courbe représentative de la vitesse en fonction de la force à chaque instant, — les vitesses et les forces de sens contraire s'inscrivant de part et d'autre du centre commun sur la ligne des abscisses et sur la ligne des ordonnées, — sera une courbe fermée régulière, absolument analogue à celle qui caractérise le phénomène d'hystérésis.

En effet, l'aimantation ne s'annulant pas pour l'annulation du courant, si l'on renverse le sens du courant et, par conséquent, le champ, l'aimantation ne s'an-

nulera et ne se renversera que lorsque l'intensité du courant aura pris une certaine valeur, puis on obtiendra une augmentation croissante de cette aimantation en fonction de l'accroissement d'intensité du courant; mais, pour le retour encore, même série de phénomènes, et il faudra, pour revenir à l'aimantation primitive, commencer par augmenter l'intensité du courant jusqu'à une même valeur que pour obtenir le premier renversement d'aimantation. On a donc

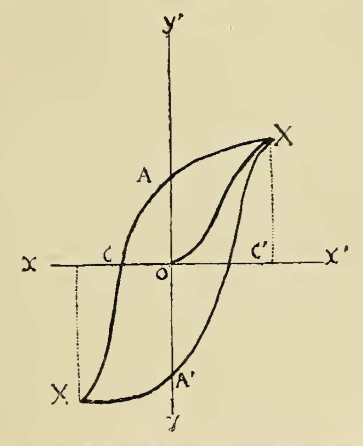


Fig. 1. — *Courbe d'hystérésis.* — La courbe primitive est en O X; la courbe fermée (cycle magnétique) X A C X' A' C' X, caractérise le phénomène d'hystérésis.

une courbe fermée (fig. 1), faite de deux moitiés symétriques, comme dans notre cas précédent. Il faut, pour l'annulation de l'état antérieur, une force constante qu'on appelle la force coercitive ; on y attache de l'importance, parce qu'elle représente une dépense d'énergie sans effet utile, et qu'elle entraîne une consommation intense, avec déperdition, sous forme de chaleur, dans le fonctionnement alternatif des machines électriques.

Dans la déformation des ressorts en spirale, on obtient aussi des effets résiduels très semblables, qui obéissent aux mêmes lois, et qu'on appelle des phénomènes d'hystérésis élastique : une force coercitive permet de venir à bout de ces effets rémanents dus à une torsion passagère.

Dans le cas de rotation alternative, le temps pourrait se substituer à la force coercitive de sens contraire, grâce aux résistances naturelles, et la simple action d'un frein pourrait rendre ce temps très court.

Dans le cas de l'aimantation par induction, où il ne s'agit plus d'un mouvement simple, mais d'un phénomène obscur auquel aucune hypothèse ne s'adapte encore de façon absolument satisfaisante, le magnétisme rémanent, qui semble impliquer un état statique, ne s'atténue pas avec le temps, mais il peut être instable et disparaître sous des influences même légères, surtout thermiques, dans le fer doux, par exemple. Mais, dans ce cas, il restera encore une influence persistante qui agira sur l'intensité des phénomènes ultérieurs d'hystérésis, en l'absence de toute rémanence magnétique actuelle, et cette dernière influence ne s'effacera que lorsque le métal sera porté au rouge.

En somme, d'une façon générale, l'hystérésis paraît réductible à un phénomène d'inertie. Et, si l'attention s'est particulièrement portée sur lui, peut-être parce que son mécanisme reste obscur, ce phénomène n'apporte rien de réellement nouveau et s'intègre dans toute la série des autres phénomènes de persistance des influences passées, qui caractérisent ce que l'on appelle souvent la mémoire inorganique.

Que ces influences s'exercent sur des formes apparentes ou sur des propriétés latentes, qu'elles ne durent qu'une fraction de seconde après la disparition du facteur causal ou qu'elles durent si longtemps qu'elles puissent paraître définitives, qu'elles

soient à chaque instant constatables ou qu'elles ne se révèlent que dans des circonstances très particulières, qu'elles touchent à des phénomènes simples ou à des phénomènes particulièrement obscurs, toutes cependant forment une catégorie véritablement homogène.

§ 3. — LA MÉMOIRE BIOLOGIQUE.

Les phénomènes biologiques vont-ils maintenant manifester à cet égard des caractères tout à fait nouveaux, susceptibles de les différencier des précédents?

L'action persistante du passé est, en biologie, un fait absolument universel, et, en outre, l'irréversibilité en est donnée comme un caractère fondamental. Mais il n'y a point là de critère absolu de différenciation par rapport au monde inorganique, où nous avons noté l'action du passé comme très générale, et où l'irréversibilité apparaît également dans maints phénomènes physiques ; c'est là un fait que les travaux modernes ont rendu incontestable.

Recherchera-t-on une différence plus profonde dans cette donnée que l'action du passé chez des êtres vivants dépasse la vie individuelle, s'étend par l'hérédité à tous les êtres qui dérivent d'une source ancestrale, et trouvera-t-on dans la « Mneme » de Richard Semon une forme de persistance du passé essentiellement différente de celles jusqu'ici signalées?

En vérité, c'est faire appel, avec Hæckel, au phénomène de la reproduction comme caractéristique de la vie, alors d'ailleurs que des cristaux nous offrent des apparences singulièrement voisines à beaucoup de points de vue : un cristal qui se reproduit ou qui se régénère, ce qui n'est qu'un cas de la reproduction, restaure une certaine forme spécifique, commune à toute une catégorie d'individus. Quoi de plus simple si, dans des substances chimiques d'une extrême

complexité, il peut y avoir, après variation profonde de l'élément générateur, reproduction d'un être nouveau présentant cette même variation.

Certes, nous ne pouvons plus, dans des phénomènes aussi obscurs, faire l'exposé précis des modifications chimiques persistantes qui constituent la trace des événements passés, nos hypothèses restent bien vagues ; mais pouvons-nous donc expliquer d'une façon réellement satisfaisante les modifications internes de structure susceptibles de provoquer la tendance d'une feuille de papier, autrefois enroulée, à s'enrouler de nouveau, malgré la simplicité apparente de ce dernier fait ?

Nos caractères différentiels sont simplement illusoires et tiennent à notre ignorance. Nous sommes très frappés de ce fait que la modification chimique, qui est à la base de la variation, nous échappe, bien que parfois nous arrivions presque jusqu'à elle[1]. Nous sommes très frappés de ce qu'il nous faille attendre les événements, le fonctionnement d'un organisme, le développement d'un embryon pour avoir quelque connaissance des influences passées ; et c'est ce qui fait qu'on voit généralement dans l'hystérésis le véritable équivalent inorganique de ces phénomènes biologiques, à cause de la nature encore mystérieuse de la modification profonde du métal, à cause de notre impossibilité de connaître actuellement, à son aspect ou à sa structure, si tel échantillon de fer doux a été antérieurement magnétisé, sans le faire fonctionner, en quelque sorte, sans faire appel à un développement des phénomènes dans le temps. Mais cette parenté plus étroite n'est qu'un effet de notre esprit et non des choses, non de ce qu'il y a dans les phénomènes, mais de ce qui nous échappe.

1. C'est ainsi que les variations de la vigne se répercutent sur les matières colorantes des vins tirés de ses fruits, comme l'a montré Armand Gautier.

En revanche, les phénomènes de mémoire de la matière vivante paraissent systématiquement doués d'un caractère réellement nouveau : ils apparaissent comme des phénomènes d'*adaptation*. Si un organisme a été soumis à l'influence de facteurs nocifs, la modification imprimée par cet événement est de nature telle que l'organisme résistera mieux à cette influence nuisible, qu'il y résistera d'autant mieux que cette action, à condition bien entendu qu'elle n'aille jamais jusqu'à entraîner un déséquilibre irrémédiable, se sera plus souvent répétée. Une plante cultivée dans les régions froides supportera sans souffrir des abaissements de température qui feront périr une plante de même espèce cultivée sous les tropiques. C'est là encore un fait caractéristique de la vie, mais dans quelle mesure peut-il entraîner une coupure dans les phénomènes de mémoire ?

Il peut se présenter dans les phénomènes physiques des cas où une semblable apparence de finalité se manifeste. Le chlorure d'argent, dont l'intégrité est menacée par l'action de la lumière, devient rouge sous l'influence de radiations de couleur rouge, vert sous l'influence de radiations vertes, c'est-à-dire qu'il réfléchit bientôt, au lieu de les absorber, les radiations qu'il reçoit, et échappe davantage à leur action en s'y adaptant.

D'autres combinaisons chimiques peuvent être douées de la propriété de subir des modifications dont la conséquence est de diminuer l'action de facteurs agissant contre le maintien de l'équilibre de ces combinaisons. Il suffirait qu'une telle propriété appartienne aux combinaisons constitutives de la matière vivante pour que les phénomènes d'adaptation perdent leur caractère un peu mystique [1].

1. La parenté générale des phénomènes inorganiques et des phénomènes biologiques peut provoquer chez certains esprits

D'ailleurs, si l'immunisation, le mithridatisme nous donnent des exemples de cette adaptation par résistance croissante à des facteurs toxiques, les faits plus récemment découverts de l'anaphylaxie semblent bien nous montrer que ces cas ne peuvent s'universaliser, puisque certaines toxines agissent d'autant plus violemment que leur action s'est déjà répétée davantage, et que la mémoire de l'organisme devient dès lors absolument funeste à ce dernier.

Dans tous les cas, l'influence des événements passés, au lieu de modifier directement une substance passive, provoque dans cette substance des changements internes, des réactions persistantes; mais pour ce qui est de la substance elle-même, la persistance de ces modifications est indépendante de la manière dont elles ont été provoquées par les facteurs externes. « Subies » ou « réagies », les variations apparaissent sans différence autre que de complexité dans les phénomènes physico-chimiques, en particulier chez les colloïdes, et dans les phénomènes biologiques.

S'il est légitime de tracer ici une distinction, on doit se persuader que cette distinction vient de nous, qu'elle repose en grande partie sur notre ignorance, et qu'elle n'empêche point la réelle continuité des faits sous ce fossé apparent, qui paraissait un gouffre insondable autrefois, de l'origine de la vie[1].

l'opinion que toute matière est vivante et même pensante. On pourra consulter à cet égard des discussions, peu cohérentes d'ailleurs, sur une communication d'Artault de Vevey (L'intelligence réaction de la matière) à l'Institut psychologique, in *Bull. de l'Inst. gén. psych.*, 1903, 3e année, n° 5, p. 461-491.

1. Ce n'est certes pas par le simple fait de la persistance que le phénomène physiologique se distingue du phénomène physique, comme Richet semble le croire lorsqu'il déclare, tout à fait à tort, qu'il ne reste aucune modification dans un fil métallique après le passage d'un courant :

« Quand on fait passer un courant électrique, dit-il, dans un fil métallique quelconque, le courant traverse le métal avec une

§ 4. — LA MÉMOIRE PSYCHOLOGIQUE.

Nous avons envisagé, parmi les phénomènes biologiques, ceux qui concernent le développement, l'hérédité, l'adaptation fonctionnelle, etc., mais nous avons laissé à dessein de côté ceux qui concernent l'activité, le comportement [1] des êtres vivants, car, à leur sujet, les difficultés paraissent plus nombreuses, les discussions sont plus âpres. Et, en effet, cette nouvelle catégorie n'aurait pas, du moins selon certains auteurs, l'homogénéité qui, somme toute, n'est pas contestable, respectivement, dans la catégorie qu'on

rapidité difficile à imaginer, si bien qu'en un mètre de fil métallique, un vingt-millionième de seconde après que le courant a passé, il ne reste plus aucune trace de son passage. Mais pour la moelle et même pour les nerfs il en est tout autrement. Une excitation, quelle qu'elle soit, laisse après elle une vibration prolongée... Le fil métallique ne conserve pas *le souvenir* de l'excitation qui l'a traversé, tandis que la moelle conserve ce souvenir. » (CH. RICHET. De la mémoire élémentaire. *Revue philosophique*, 1881, t. XI, p. 541.)

En réalité, il n'existe que des différences de degré dans l'intensité et la durée des effets consécutifs, et le terme de mémoire élémentaire, employé par Richet, s'appliquerait fréquemment à des phénomènes inorganiques.

1. J'ai proposé il y a quelques années ce mot de *Comportement*, qui correspond au « Comportamento » quelquefois employé en Italie, au « Behavior » américain, au « Verhalten » des Allemands, et qui tend à prendre droit de cité en psychologie objective. Ce mot, qui rendrait aussi en chimie des services, était tombé en désuétude, bien que quelques écrivains très modernes l'emploient quelquefois ; mais il appartient à la vieille langue française et a été pris par Pascal dans l'acception même que nous lui donnons :

« Pour reconnaître, disait-il dans une lettre à Périer, si c'est Dieu qui nous fait agir, il vaut bien mieux s'examiner par nos *comportements* au dehors que par nos motifs au dedans. »

On voit bien là la distinction de l'objectif et du subjectif qui différencie la psychologie biologique de la psychologie philosophique.

appelle la mémoire inorganique et dans celle qui prend nom mémoire organique.

Parmi les actes-souvenirs des animaux, en effet, c'est-à-dire parmi les manifestations extérieures de leur activité susceptibles de révéler l'influence persistante d'événements passés, il y en aurait un certain nombre qui prendraient place dans les phénomènes de mémoire organique, si ce n'est même, — étant donné que certains esprits voient dans beaucoup de ces actes des modifications passivement subies, effets directs des influences extérieures, — parmi les phénomènes que, dans notre classement, aussi peu arbitraire que possible, nous avons groupés tout d'abord.

Et, en revanche, d'autres phénomènes impliqueraient un groupement totalement distinct, avec ses caractères propres entièrement nouveaux, ils serviraient même à caractériser chez les animaux des propriétés nouvelles : le psychisme.

Voyons d'abord les premiers de ces actes : on sait que les feuilles de beaucoup de papilionacées, comme le haricot ou l'acacia, présentent des mouvements dits de sommeil avec abaissements et redressements périodiques, les uns la nuit et les autres le jour. Ces mouvements sont dus à l'alternance de la lumière et de l'obscurité, mais leur rythme, comme l'a constaté Pfeffer, persiste pendant cinq à six jours à éclairage constant, alors qu'il n'y a plus de facteurs de variations, et l'on constate chez des animaux des phénomènes de mémoire tout à fait analogues.

Mais, dit Loeb, il doit y avoir, dans ces cas, des changements internes provoqués par l'alternance des jours et des nuits, qui se produisent synchroniquement dans l'organisme et qui peuvent persister quelque temps, alors que l'alternance extérieure n'est plus susceptible d'agir, pour s'amortir bientôt et disparaître.

De tels phénomènes évoquent irrésistiblement la

comparaison, bien qu'elle soit très superficielle, avec le pendule mis en branle, qui continue par inertie à osciller jusqu'à ce que, par suite des résistances extérieures, ces oscillations s'amortissent et s'éteignent, si elles ne sont pas entretenues par l'action permanente d'un facteur actuel, d'un mécanisme approprié.

En tout cas, il y a bien là une mémoire qui ne se différencie pas par un caractère fondamental des autres cas de mémoire organique. C'est qu'en effet les phénomènes d'activité, de mouvement, c'est que les fonctions de relation se rattachent étroitement à toutes les autres fonctions, à tous les autres phénomènes biologiques, et que les mêmes lois gouvernent les uns et les autres, parce que leur nature profonde est la même.

Et parfois on attribue à des phénomènes organiques généraux des faits qui, à certains points de vue, peuvent relever de fonctions individuelles de relation : c'est le cas pour certains phénomènes d'immunisation où entre en jeu l'activité des leucocytes, qui se comportent à certains égards comme des protozoaires indépendants, après avoir été engendrés par l'organisme et mis en liberté dans ses milieux : c'est par un développement du chimiotactisme positif des leucocytes vis-à-vis d'un microbe donné, c'est par cette influence persistante du passé sur l'activité de ces cellules individuelles que se produit l'accroissement de la résistance globale de l'individu pluricellulaire, accroissement de résistance qui apparaît comme la preuve de mémoire et d'adaptation organique chez cet individu vis-à-vis du microbe pathogène.

Les phénomènes se mêlent intimement et, si une distinction est justifiée entre l'étude des mouvements et de leurs causes chez les protozoaires, et l'étude des phénomènes de digestion ou de reproduction, une distinction absolue entre ces mouvements et les autres phénomènes n'est point légitime, n'est point possible.

Et si la complication des fonctions dans la série des organismes rend plus nécessaire la distinction des études, qui doivent avoir leurs méthodes propres, cela ne doit aucunement accentuer les faibles différences des phénomènes entre eux, malgré les apparences.

Et cependant Loeb déclare qu'à un moment donné il apparaît, chez certains animaux, des phénomènes réellement nouveaux, puisque, selon lui, ils apportent la preuve de l'existence chez ces animaux d'une vie psychique, et ce sont ce qu'il appelle les phénomènes de *mémoire associative*. La mémoire associative consiste essentiellement en ceci, qu'une réaction provoquée par un facteur apparaîtra sous l'influence d'un autre facteur, qui aura été, plus ou moins souvent, associé au premier[1].

Le transfert de la valeur excitatrice à un événement extérieur qui, sans son rapprochement temporel, nécessaire ou fortuit, d'un autre événement, seul actif, n'aurait jamais pu en posséder une semblable, serait lié à un haut degré de développement du système nerveux et constituerait la trame essentielle de l'activité psychique.

Loeb voit dans la mémoire associative le substitut de l'ancien critère de la conscience, qui était sans valeur en tant qu'il échappait nécessairement à toute investigation scientifique. On a d'ailleurs été tenté, dès lors, de lui attribuer l'opinion que la mémoire associative était le critère objectif de la conscience elle-même, opinion invérifiable. Mais, en réalité, bien qu'il prête souvent le flanc à cette critique, Loeb paraît identifier seulement le psychisme et la mémoire associative, l'un ne signifiant guère plus que l'autre. C'est une conception qu'il faut prendre

1. Faut-il, avec G. Bohn, considérer comme une « loi » ce fait bien connu?

comme telle, mais qui ne s'impose aucunement; et, pour ma part, j'ai indiqué pourquoi je considérais comme plus logique de considérer le psychisme comme l'équivalent des fonctions d'activité des êtres vivants[1].

Et, en effet, la distinction de la mémoire associative d'avec la forme précédente de mémoire est-elle si complète ? La mémoire associative, d'après Loeb, n'existerait que chez les vertébrés supérieurs, parfois chez les vertébrés inférieurs, et ne pourrait être concédée, chez les invertébrés, qu'aux araignées, à certains crustacés et aux céphalopodes. Mais il est bien certain que nombre d'autres invertébrés y auraient droit. Pour ne pas insister à cet égard sur les insectes, car on aurait trop beau jeu, nous allons chercher nos exemples chez des animaux qui ne sont pas considérés, à juste titre, comme des invertébrés supérieurs.

La *Nereilepas fucata*, annélide qui vit dans des coquilles de buccin en commensale d'un Pagure, sort de son abri lorsque le Pagure mange, et vient s'emparer d'une partie de sa proie; elle est avertie de la présence du butin par certains mouvements du Pagure, qui agissent bien comme des signes, et paraissent impliquer chez l'annélide une mémoire associative.

Cette mémoire associative n'est autre, au fond, que ce que j'ai appelé, après Baldwin d'ailleurs, une « anticipation ». « La mémoire pourra, dit Baldwin, en ramenant les souvenirs de cette sensation, ramener aussi la réaction consécutive. Mais cette réaction va remplir alors un *nouvel office*; elle mettra l'organisme en mesure d'*anticiper* les expériences prochaines et, par suite, leurs résultats nuisibles ou

1. H. Piéron. L'évolution du psychisme. *Revue du Mois*, 1908, n° 27, p. 291-311.

bienfaisants[1]. » Et Baldwin cite un exemple d'anticipation, le premier constaté chez un enfant, âgé alors de quatorze semaines : « L'éclat d'une allumette qu'on enflammait devant E... arrêtait les cris de sa faim, bien que ce ne fût que le signal de la préparation de la nourriture, et que cette préparation durât plusieurs minutes. En revanche, toute autre lumière ne l'empêchait pas de crier »[2].

Ces phénomènes d'anticipation paraissent bien s'identifier avec la mémoire associative de Loeb ; or, j'en ai établi l'existence même chez des cœlentérés, chez des actinies. Des espèces, des individus, soumis à chaque marée à l'émersion, dans des rochers haut situés, se ferment aussitôt que la mer les abandonne et avant que toute dessiccation commence. Mais il n'en sera nullement de même pour des espèces, pour des individus toujours plongés dans l'eau et qui ne possèdent point l'expérience de la dessiccation, que ces individus soient placés à des niveaux très bas ou qu'ils se tiennent dans des mares.

Mais on pourra objecter que, pour parler de mémoire associative, il faut avoir assisté aux débuts de l'association. Et, en effet, Loeb qui, à certains moments, paraît tout près d'identifier l'intelligence et la mémoire associative, oppose nettement cette dernière aux instincts, aux dispositions congénitales héritées et dont l'origine douteuse réside peut-être dans une variation ou une série de variations fortuites, maintenues par le jeu de la sélection.

Seulement, il est possible de constater des variations, des progrès individuels ; pour en donner un

1. Baldwin. *Le développement mental*, traduction française, p. 273. — C'est ce phénomène d'anticipation qui est traduit par Bohn comme une « prévision de l'avenir » (*La naissance de l'Intelligence*), laissant croire qu'il doit s'agir d'une prévision intellectuelle !

2. *Id.*, p. 111.

exemple classique, je m'adresserai à un mollusque que Loeb ne classerait point à coup sûr parmi les invertébrés supérieurs, à l'huître.

Milne-Edwards indiquait déjà, dans ses *Leçons sur la Physiologie et l'Anatomie comparées*[1], qu'il avait assisté à l'éducation de l'huître par les ostréiculteurs, éducation qui consiste à les exposer à l'air chaque jour, pendant des durées de plus en plus longues, afin de faire souffrir l'huître, qui bâille hors de l'eau spontanément, sans cependant la laisser périr par dessiccation, jusqu'à ce qu'elle ait appris, lorsqu'on la sort de l'eau, à maintenir étroitement fermées ses valves, et à réagir par anticipation dès l'apparition des phénomènes constituant le signe précurseur de la dessiccation. Et il est encore facile aujourd'hui de constater à Marennes les mêmes faits. Il faudrait un peu plus d'une quinzaine de jours aux huîtres des claires, dans les dégorgeoirs employés à cet usage, d'après Sauvageau[2], pour que l'habitude puisse être acquise.

C'est là un phénomène d'acquisition d'habitude, et une telle acquisition conduit, en réalité presque toujours, à une anticipation; c'est, à vrai dire, un phénomène de mémoire associative ; et, loin que ce phénomène ne puisse être décelé que chez un petit nombre d'animaux, il y aurait à prouver, au contraire, qu'il ne se rencontre pas chez presque tous les êtres vivants, ce qui est loin d'être fait, car les échecs sont souvent dus à ce qu'on cherche à faire acquérir des habitudes quelconques, ce qui n'est évidemment pas possible, et n'implique aucunement qu'on aurait

1. MILNE-EDWARDS. *Leçons sur la Physiologie et l'Anatomie comparées de l'homme et des animaux*, 1878-79, t. XIII, p. 376.

2. C. SAUVAGEAU. Le verdissement des huîtres par la diatomée oleue. *Société scientif. d'Arcachon. Travaux du Laboratoire*, 1907, 10e année, p. 85.

encore échoué, si l'on avait mieux choisi son expérience.

C'est jusque chez des protozoaires, en réalité, que l'on paraît mettre en évidence de tels phénomènes, d'après les recherches de Jennings sur le *Stentor*[1], et alors, en adoptant même la définition du psychisme par la mémoire associative, on en arrive à lui donner à peu près la même extension que si on y avait fait rentrer tout de suite l'activité des êtres vivants en général.

Et il n'y a aucune raison empêchant d'admettre, si l'on accepte l'hypothèse, qui paraît bien s'imposer, de la nature physicochimique des phénomènes élémentaires de mémoire, que ces phénomènes de mémoire associative puissent être d'identique nature, que la modification interne, suscitée à maintes reprises par un complexus de circonstances comprenant le facteur actif de cette modification, puisse être provoquée à un moment donné, après de nombreuses répétitions, par un autre élément de ce complexus spatial ou temporel. On en revient au fond a un phénomène de mémoire élémentaire très voisin des rythmes persistants, que l'on constate chez des végétaux, chez des animaux inférieurs, et que l'on constate encore, sous diverses formes, chez des animaux supérieurs et chez l'homme, en particulier dans leurs organes[2].

1. L'anticipation serait une propriété générale du système nerveux, d'après R.-P. Gurley, qui en a tout récemment donné une très claire et très précise définition (Chapters of a Biological-empirical Psychology. *The Amer. Journ. of Psychology*, t. XX, nº 1, janvier 1909, p. 75). Mais les propriétés fonctionnelles du système nerveux peuvent préexister à sa différenciation.

2. J'ai signalé à plusieurs reprises les nombreux rythmes organiques, qui sont bien connus, en différenciant ceux qui survivent à des influences actuelles. Parmi ces derniers nous avons montré, M. Toulouse et moi, que l'on devait ranger le rythme thermique nycthéméral de l'homme. Voir plus loin, p. 89.

Et, si l'on était tenté de rapprocher de l'intelligence les phénomènes de mémoire associative, je rappellerais un des plus beaux exemples d'une telle mémoire, celui des sécrétions psychiques de Pavloff.

On sait que la salivation réflexe provoquée par la mastication des aliments peut apparaître à la simple vue de ces aliments; mais, en outre, il suffit d'associer à des sensations gustatives n'importe quel excitant sensoriel, un son, une couleur, etc., pour que, après un certain nombre de répétitions, cet excitant suffise à provoquer à lui seul le réflexe salivaire.

Verra-t-on là une preuve d'un phénomène intelligent, d'une activité psychique supérieure? En réalité la mémoire associative se rattache étroitement aux phénomènes de mémoire élémentaire, et, comme ces derniers ne se séparent que par une convention, d'ailleurs justifiée au point de vue méthodologique, des phénomènes de mémoire organique, nous avons, non seulement homogénéité de notre catégorie actuelle, mais encore continuité incontestable avec les catégories précédentes. Nous avons bien rencontré des différences, nous n'avons jamais rencontré d'hiatus.

§ 5. — LES ASPECTS OBJECTIF ET SUBJECTIF DE LA MÉMOIRE HUMAINE.

Cet hiatus ne va-t-il pas apparaître maintenant, si nous envisageons la mémoire humaine, et ses modalités complexes autant que bien étudiées?

Jusqu'ici nous n'avons considéré dans la mémoire, dans l'influence du passé, que les phénomènes objectifs d'activité, plus ou moins modifiés, engendrés, supprimés, par les événements antérieurs : pour l'homme, on doit envisager le côté interne, la face subjective de ces phénomènes, la période d'élaboration des réactions objectives.

Mais ici, une distinction est nécessaire. Il y a, pour chacun de nous, deux catégories parmi les hommes, l'une qui comprend tous les autres sauf lui, l'autre qui ne comprend que lui-même. Or, en ce qui concerne la première, elle n'implique que des objets d'étude semblables à tous les autres ; elle n'implique que des phénomènes objectifs, que des phénomènes d'activité.

Le langage est bien une réaction plus commode, plus souple que les réactions que nous obtenons chez les animaux, mais il n'en est pas moins vrai que c'est une réaction de même ordre, dont l'interprétation, au degré près, est soumise absolument aux mêmes causes d'erreur.

L'on a pu, il est certain, obtenir, par des recherches expérimentales sur l'homme, des données fort importantes sur l'évocation, la reconnaissance et la localisation des souvenirs, la conservation isolée échappant seule à notre investigation[1]. Mais, avec plus de peine, des expériences presque identiques pourraient être réalisées sur des animaux, des animaux supérieurs tout au moins, et il en a été réalisé déjà suffisamment pour démontrer l'identité fondamentale de ces phénomènes; la réaction pourra être, comme dans les séries de recherches entreprises par ses élèves au laboratoire de Pavloff, la sécrétion salivaire; elle pourra être un acte quelconque suscité par association avec une récompense aussi bien qu'avec absence d'une punition, comme dans les dressages compliqués obtenus chez divers animaux. Mais dans tous les cas nous obtiendrons l'équivalent d'un langage nous mettant en communication avec les êtres étudiés.

Il n'existe donc aucune rupture de la continuité

1. De ce point de vue de la psychologie expérimentale, la distinction classique de l'habitude et de la mémoire, basée sur des différences de conscience, n'a naturellement aucune valeur.

des phénomènes quand on passe des animaux aux hommes. En revanche il est indéniable que la coupure se présentera lorsque l'on passera des autres hommes à soi-même. Ici l'étude de la mémoire va s'effectuer directement par l'observation interne, elle devient subjective et cesse par là même d'être à elle seule véritablement scientifique.

L'aspect des choses est dès lors tout changé, et la mémoire prend un caractère nouveau, celui même que beaucoup de gens lui attribuent lorsqu'ils en parlent chez des êtres quelconques, et qui est cause de l'étonnement, de la gêne plus ou moins réels dont ils sont affectés, lorsque l'on parle de la mémoire des métaux, de la mémoire inorganique.

Les choses apparaissent en effet d'un point de vue tout différent lorsque l'on part des faits les plus simples, objectivement envisagés, pour aboutir aux phénomènes subjectifs individuels, ou qu'on redescend au contraire de ceux-ci vers les premiers. Dans cette seconde marche, on attribue aux phénomènes des caractères que rien ne prouve qu'ils possèdent, et on se heurte, en passant à chaque nouvelle catégorie de phénomènes, à des obstacles qui provoquent de violents ressauts, en les prenant du côté le plus abrupt, tandis qu'on les franchit en pente douce dans la marche scientifique que nous devrons suivre.

Mais, dans tous les cas, il est incontestable que, du point de vue de la conscience, il s'ajoute quelque chose à la conception qu'on se peut faire de la mémoire. Que s'ajoute-t-il donc de positif?

L'influence du passé nous apparaissait comme source de réactions ; elle nous apparaît de ce point de vue comme source d'images. Nous supposions bien, à la base des réactions, les phénomènes internes que seules les réactions nous indiquaient, mais la nature de ces phénomènes nous échappait, faute d'un « révélateur » immédiat, faute d'une connaissance

complète de l'état physico-chimique des organismes.

La conscience se manifeste à nous-mêmes comme un « révélateur » de nos états internes, « révélateur » tout spécial, tout personnel, et incompatible par là même avec la généralité scientifique; les états internes de retour apparaissent, sous cette influence, semblables à ceux qui ont été provoqués pour la première fois par des influences extérieures; les images sont semblables aux sensations et aux perceptions; la mémoire semble être une reproduction des événements passés, en sorte que les mêmes réactions suivent en quelque sorte toujours les mêmes événements.

Mais, cette donnée qu'ajoute la conscience, nous étions en droit de la supposer d'après nos recherches objectives : les mêmes états internes devaient précéder les mêmes réactions, comme de mêmes causes liées à de mêmes effets. Et sur la nature de ces états internes, nous ne nous trouvons point satisfaits par la révélation de la conscience; ce que nous voulons connaître, c'est leur nature objective, au même titre que toutes les autres connaissances que nous tirons de la nature. La conscience, dans notre examen introspectif, ne paraît donc rien ajouter de bien utile à ce que peut fournir la recherche objective; elle nous indique cependant un fait, dont sans cela la certitude nous aurait échappé tant que nous n'aurions point trouvé le « révélateur » physico-chimique qui sera vainement rêvé sans doute pendant de longs siècles encore, c'est que le retour des états internes peut s'effectuer sans entraîner de réactions caractéristiques appréciables, même verbales.

Mais nous savions déjà, par les réactions du langage, qu'il existait des phénomènes d'association, des enchaînements de ces états internes précurseurs d'autres réactions ; et nous pouvions soupçonner que, lors même que les réactions verbales ne les révé-

leraient point, les enchaînements se pourraient encore continuer. Ce que nous tirons de l'introspection seule est en réalité peu de chose; ce peu de chose ne laisse pas en outre d'être dangereux par les conceptions, qu'il impose à tel point qu'on est tenté parfois de les croire nécessaires.

Mais, dira-t-on, si vous ne faites pas appel à votre introspection propre, vous faites appel sous le déguisement du langage à l'introspection d'autres hommes, et l'introspection seule alimente votre psychologie.

On oublie, d'une part, que la recherche peut porter sur les animaux où l'introspection ne joue aucun rôle, et que tout semble indiquer que ce que nous appelons l'introspection représente en réalité, vu du dehors, un phénomène objectif qui, du moment qu'il ne se révèle pas sous l'aspect souvent dangereux de la conscience, mais par des réactions objectives, rentre dans les phénomènes susceptibles de recherche scientifique.

En réalité, on est conduit à ces objections par l'abus de l'introspection, qui entraîne, sans qu'on s'en rende toujours vraiment compte, l'hypothèse métaphysique, invérifiable, et par conséquent négligeable au point de vue scientifique, que la conscience joue un rôle dans les phénomènes, qu'elle est une force, et qu'en son absence les choses ne se passeraient pas comme elles se passent.

Du point de vue de la conscience, des théories philosophiques vont jusqu'à prendre l'offensive, s'appuyant sur ce fait indéniable qu'en réalité, pour chaque individu qui la pense, la science n'apparaît que comme un système subjectif, que comme un ensemble de relations entre des faits pensés ou sentis, entre des faits de conscience.

Une théorie particulièrement hardie s'attaque même à la mémoire, pourtant considérée par les systèmes les plus franchement spiritualistes comme de nature

matérielle, au moins par la conservation de ses « traces », étant donné qu'elle paraît bien n'être qu'une forme de l'inertie, propriété essentielle de la matière : la mémoire, avec son emmagasinement du passé, avec sa réapparition de durées déjà écoulées, serait au contraire absolument incompatible avec la matière, serait la preuve indéniable de l'existence de phénomènes immatériels.

Toutes les théories philosophiques, en dépassant infiniment l'expérience, ont toujours droit de vivre, et sont compatibles avec les faits scientifiques qu'elles peuvent interpréter à leur guise. Cependant c'est une affirmation qui pénètre sur le terrain de l'expérience, que celle d'après laquelle l'hypothèse des traces matérielles de mémoire conduirait à des résultats absurdes, étant donné le nombre des souvenirs humains, qui ne pourraient trouver place dans le cerveau d'un homme.

Or cette opinion bergsonienne ne paraît pas réellement justifiée. L'attribution d'un souvenir unique à chaque cellule nerveuse ne s'impose en effet aucunement ; d'autre part, en dehors des associations mnémoniques, le nombre des souvenirs conservés, susceptibles du moins de se reproduire — car il peut rester une influence atténuée de tous les événements passés — n'atteint jamais un nombre aussi grand qu'on se le pourrait théoriquement imaginer, et notre faculté d'oublier est énorme. Enfin, le nombre des cellules cérébrales est en revanche beaucoup plus grand qu'on ne paraît le croire : c'est de 200 à 300 millions que sont dépassés les 9 milliards dans la seule écorce des hémisphères cérébraux d'un encéphale humain de poids moyen, d'après les dernières recherches de Hammarberg et H. B. Thompson[1] !

1. Cf. Helen Bradford Thompson. The total Number of functional Cells in the Cerebral Cortex of Man. *Journal of Comparative Neurolegy*, 1899, t. IX, p. 113-140.

§ 6. — LA BASE PHYSICO-CHIMIQUE DE LA MÉMOIRE.

La nature chimique des phénomènes de mémoire chez l'homme lui-même n'est pas seulement une hypothèse vraisemblable et cohérente; elle paraît susceptible de jouer un rôle dans l'interprétation, dans l'expression des phénomènes, non certes par adoption d'un langage physico-chimique vague, et qui n'apprendrait rien de plus que le langage psychologique ordinaire, mais par application des formules déjà éprouvées dans l'étude des phénomènes naturels.

Un bel exemple en a été fourni par un élève de Loeb, T. Brailsford Robertson[1] au sujet des phénomènes d'acquisition des souvenirs.

On sait qu'un grand nombre de réactions chimiques sont soumises à la loi des équilibres de Guldberg et Waage; lorsque les produits d'une réaction s'accumulent et restent en présence des corps primitifs, non seulement la vitesse de réaction diminue au fur et à mesure de la diminution des matériaux à transformer auxquels est proportionnelle la force activante de la réaction, mais encore elle diminue par suite d'une tendance croissante à une réaction en sens inverse, d'une force inhibitrice qui, lorsque dans des circonstances données elle égale la force activante, engendre un équilibre chimique entre les corps à transformer et les produits de la transformation ; et dès lors toute modification d'un côté ou de l'autre entraîne une rupture de l'équilibre dans l'un ou l'autre sens.

Dans ces cas, la vitesse de la réaction présente une accélération toujours négative, c'est-à-dire qu'elle diminue sans cesse jusqu'à s'annuler.

1. T. Brailsford Robertson. Sur la dynamique chimique du système nerveux central. *Archives internationales de Physiologie*, 1908, t. VI, p. 368-454.

Mais il y a des circonstances où l'on constate une accélération positive de la vitesse pendant un temps plus ou moins court; c'est alors qu'il s'agit, ou d'une série de réactions caténaires dans laquelle une deuxième réaction, lorsque la première est plus rapide, peut s'accélérer momentanément à cause de la production hâtive des corps qui lui servent de point de départ au cours de la première réaction, ou d'une réaction autocalytique dans laquelle l'un des produits de la réaction peut exercer une influence propre, de nature accélératrice, comme les corps que l'on appelle des catalyseurs d'une façon générale.

Dans le cas des réactions caténaires, l'accélération présente un aspect irrégulier; dans le cas des réactions autocatalytiques au contraire, la courbe est régulière; elle apparaîtra d'autant plus caractéristique que l'autocatalyse ne sera pas masquée par l'accumulation uniquement retardatrice d'autres produits de la réaction, soit que ces autres produits disparaissent, si ce sont des gaz par exemple, soit qu'il s'agisse d'une réaction monomoléculaire dans les deux sens, comme un grand nombre de phénomènes d'oxydation. Cette courbe d'autocatalyse, ou courbe en escalier (fig. 2), montre une croissance d'abord lente, puis qui s'accélère, et qui se ralentit enfin, avec symétrie des deux segments de chaque côté du maximum de vitesse, la vitesse persistant jusqu'à transformation de la moitié de la masse active.

La loi d'autocatalyse dans une réaction monomoléculaire s'exprime par une équation différentielle[1] qui,

1. Cette équation est de forme :

$$\frac{dx}{dt} = Kx(A - x)$$

dans laquelle $\frac{dx}{dt}$ représente l'accroissement des matériaux transformés dans l'unité de temps, c'est-à-dire la vitesse, A la quan-

fait réellement intéressant et suggestif, peut s'appliquer de façon adéquate à l'expression du phénomène d'acquisition des souvenirs.

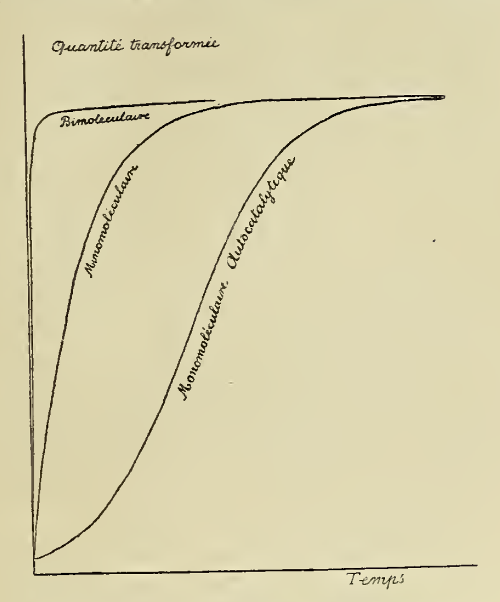


Fig. 2. — *Courbes des réactions chimiques de trois types*, (le troisième représenté par le type en escalier).

Soit une expérience dans laquelle un sujet apprend à retenir une série de souvenirs relativement simples,

tité initiale de matériaux à transformer, envisagée comme une constante, K une constante particulière, et $A - x$ la quantité de matériaux restant encore à transformer à chaque instant.

Cette équation intégrée donne

$$\log \frac{x}{A - x} = K(t - t_1)$$

où t_1 est le temps auquel $x = \frac{A}{2}$.

fournis par la perception visuelle répétée de syllabes isolées dépourvues de sens. Comment pourrons-nous faire entrer les données d'une telle expérience dans une équation?

Nous sommes en droit de supposer que l'application d'un stimulus sensoriel constant (perception régulière des syllabes) met en jeu une masse active de matériel chimique constante que nous pouvons désigner par A, et qui sera considérée comme la masse à transformer. La vitesse de transformation sera proportionnelle, s'il s'agit d'une réaction autocatalytique, d'une part à la masse initiale constante, et d'autre part à la masse du produit variable et croissant de la réaction, appelée x; cette vitesse est donc proportionnelle à xA; et, d'autre part, la vitesse de transformation inverse, s'il s'agit d'une réaction où intervient une seule molécule dans les deux sens, à moins qu'il s'agisse encore d'une réaction monomoléculaire en sens direct, ou bimoléculaire[1] avec disparition des produits de la réaction autres que le catalyseur, si leur masse n'est pas négligeable, cette vitesse est proportionnelle au carré du produit de la réaction, à x^2, avec une constante K' de proportionnalité. La vitesse réelle $\frac{dx}{dt}$ est la différence de ces deux vitesses.

Si nous partons de l'équation

$$\log x = \mathrm{K}t + b$$

établie sur ces données, grâce à quelques simplifica-

1. Comme réaction monomoléculaire on peut citer la décomposition de l'hydrogène arsénié : $AsH^3 = As + 3H$; comme réactions bimoléculaires, la décomposition de l'acide iodhydrique, où les deux molécules appartiennent au même corps : $2IH = I^2 + H^2$; ou la saponification de l'acétate d'éthyle par la soude où les molécules appartiennent à deux corps différents :

$$C^2H^3O^2 . C^2H^5 + NaOH = C^2H^3O^2Na + C^2H^5OH.$$

tions[1], en supposant que l'on a affaire à un phénomène de réaction monomoléculaire, avec autocatalyse, nous pouvons l'appliquer à des cas concrets, à des expériences faites par des psychologues :

Voici par exemple celles d'Ebbinghaus, qui répétait des syllabes, en nombre variable selon les expériences, jusqu'à ce qu'il ait obtenu une répétition parfaite; les syllabes étaient de même longueur, la répétition sensiblement constante. Déterminons, avec les chiffres qu'il fournit, les constantes tirées de l'équation, par la méthode des moindres carrés : on obtient $K = 0{,}0103$ et $b = 0{,}9105$.

Si l'on représente par x, trace de mémoire révé-

1. On a en effet :

$$\frac{dx}{dt} = KxA - K'x^2$$

ou

$$\frac{dx}{dt} = K'x\left(\frac{K}{K'}A - x\right).$$

Le rapport des constantes $\frac{K}{K'}$ peut être désigné par α et on en vient à la forme générale, par intégration de l'équation d'autocatalyse monomoléculaire,

$$\log \frac{x}{\alpha A - x} = K(t - t_1).$$

Comme on peut apprendre un grand nombre de syllabes, K est sans doute plus grand que K′ et α supérieur à 1, d'où αA plus grand que A. Or aux premiers stades, et si l'on ne pousse pas trop loin l'acquisition des souvenirs, x, produit de la réaction, qui représente en réalité la « trace de mémoire » sera très petit par rapport à αA et pourra être négligé, ce qui permet de simplifier l'équation et de lui donner la forme

$$\log x = Kt + \log xA - Kt_1$$

ou encore, en faisant $\log xA - Kt_1 = b$

$$\log x = Kt + b.$$

Cette nouvelle forme permet de se contenter, dans les applications, de la détermination expérimentale de deux constantes seulement, K et b, au lieu de trois, K, K′ (ou α) et A; le nombre de répétitions régulières nous fournit un équivalent du temps, soit t.

lable par la répétition, le nombre de syllabes correctement retenues suivant le nombre des lectures, nous pouvons chaque fois comparer le chiffre calculé d'après l'équation, ou d'après la courbe du phénomène, envisagé comme une réaction autocatalytique monomoléculaire, et le chiffre réel obtenu (chiffre représentant une moyenne).

Voici les résultats de cette comparaison, *r* représentant le nombre de lectures :

r	*x* observé	*x* calculé
1	7	8,33
16	12	12,06
30	16	16,57
44	24	23,11
55	26	29,99

On voit que, pour les quatre premiers termes, la coïncidence des deux chiffres est presque parfaite, étant donné toujours le coefficient d'incertitude expérimentale.

Prenons encore la série d'expériences très analogues effectuées par un élève de Münsterberg, Smith, sous la surveillance de son maître et conduites de façon plus rigoureuse, plus précise, que celles d'Ebbinghaus. Dans ces expériences, où des séries de dix syllabes de trois lettres avec voyelle au milieu, étaient exposées sur une bande de papier apparaissant dans un cadre muni d'un volet, ce qui permettait une limitation exacte de la durée des lectures, la durée optima était fixée pour chaque individu (de 80 à 100 mots par minute), et la lecture s'effectuait à haute voix selon le rythme des battements d'un métronome convenablement réglé. Une syllabe était considérée comme correctement retenue quand elle était répétée et localisée exactement. Aussi cette acquisition plus complète était-elle très lente.

Calculons, d'après les chiffres obtenus, les constantes, ce qui donne $K = 0,0225$ et $b = 0,31275$ et

comparons encore comme précédemment les valeurs de x, données chaque fois par le calcul et par l'expérience (moyenne de 130 expériences effectuées sur huit sujets) :

r	x observé	x calculé	différence p. 100
1	2,2	2,21	+ 0,46
3	2,5	2,46	— 1,6
6	2,8	2,87	+ 2,5
9	3,4	3,35	— 1,47
12	3,9	3,915	+ 0,38

Les valeurs coïncident presque exactement, plus exactement que lorsqu'on applique l'équation à la plupart des réactions chimiques qui satisfont à la loi des réactions monomoléculaires autocatalytiques.

Et le fait, déjà connu, de l'acquisition rendue plus facile au début par l'entraînement, revêt une forme précise en apparaissant comme l'expression d'une autocatalyse. On peut donc dire que l'établissement des traces de mémoire doit être une réaction de ce genre. Et, d'autre part, les intéressantes expériences de Speck, qui respirait un air à faibles tensions d'oxygène, ont montré que, lorsque la tension atteignait le chiffre très bas de 8 p. 100, la mémoire se trouvait très vite atteinte : l'expérimentateur n'arrivait plus à compter ses respirations, parce qu'il en oubliait constamment; dès lors on est conduit à penser qu'il doit s'agir, dans l'acquisition des souvenirs, d'une réaction monomoléculaire par oxydation [1].

Certes cela ne nous donne pas une connaissance

1. Cette acquisition porte plutôt sur des associations mnémoniques que sur des enregistrements de données entièrement nouvelles, les syllabes devant être en général plus ou moins connues.

En tout cas le processus d'oxydation représente une dépense énergétique, et doit nous rappeler que, quand nous parlons d'une énergie reçue du monde extérieur par l'intermédiaire des sens, nous employons une image qui peut être utile pour

bien précise des phénomènes de mémoire et ne peut dispenser de l'étude des réactions, des recherches psychologiques ; mais c'est un fait de haut intérêt, car il rend particulièrement évidente la continuité profonde de tous les phénomènes de mémoire considérés comme représentant la persistance du passé.

§ 7. — CONTINUITÉ GÉNÉRALE DES PHÉNOMÈNES MNÉMONIQUES.

L'action persistante du passé apparaît donc en réalité comme très homogène dans les phénomènes naturels ; mais, s'il n'y a pas de différence profonde dans les objets de nos études, il y a nécessairement des différences considérables dans notre étude des objets ; nos sciences diffèrent, nos méthodes diffèrent, et c'est de ce point de vue humain, idée sur laquelle Le Dantec insiste souvent avec raison, que nous établissons des distinctions, sur la valeur desquelles il suffit de ne pas s'abuser pour qu'elles cessent d'être dangereuses.

La fusion des sciences est un idéal légitime, mais singulièrement lointain ; à l'heure actuelle le physiologiste n'est pas simplement un chimiste, le psychologue n'est pas simplement un physiologiste.

Aussi ces phénomènes d'action du passé relèvent-ils de sciences distinctes ; ils appartiennent pour une part au physicien ou au chimiste, pour une part à l'embryologiste, au morphogéniste, au physiologiste, pour une part enfin au psychologue.

montrer que c'est par cette voie seule que pénètrent chez un individu les matériaux de la pensée, mais qui est inexacte, car toute énergie, même pour le fonctionnement mental et sensoriel, ne pénètre dans l'organisme que par les voies digestive et respiratoire ; l'énergie appliquée à l'organe sensoriel n'a qu'une action de déclanchement, destinée à forcer l'inertie des appareils récepteurs. Il y a là un point qui me paraît souvent méconnu.

Lorsque l'on parle de mémoire, c'est à l'objet d'études psychologiques que l'on songe en général, et, comme nos langages sont intimement liés à des sciences respectivement distinctes, il paraît légitime, somme toute, de réserver ce terme à la désignation des phénomènes de persistance du passé constatables dans l'activité, dans le comportement des êtres vivants[1] individuellement considérés : les phénomènes de persistance dans les espèces, par transmission des générateurs à leur descendance, rentrent en effet dans le grand problème de l'hérédité, qui doit s'occuper, non seulement de la transmission des formes et des organes, mais de celle des fonctions et en particulier des tendances à des actes déterminés.

Mais, si nous croyons qu'il serait préférable de ne pas employer, en dehors du domaine psychologique, l'expression de mémoire, bien que nous l'ayions fait nous-même, devrons-nous l'exclure jusque de ce domaine psychologique? C'est là une opinion qu'on a quelquefois soutenue, en s'appuyant sur les dangers des termes qui paraissent impliquer des phénomènes de conscience; on a tenté de créer des terminologies objectives pour la psychologie, et l'on proposait récemment le mot d'hystérésis pour désigner tous les phénomènes de mémoire, même humaine, envisagée objectivement,

1. Certains faits d'activité, non plus d'organismes, mais d'organes, qui ressortissent à la physiologie classique, méritent pourtant d'être envisagés parfois par le psychologue, qui ne peut oublier l'étroite parenté de toutes les fonctions. Mais il faut alors prendre bien garde de ne pas être dupe des mots et d'éviter toute métaphysique; c'est ce que n'ont pas fait de nombreux auteurs, et en particulier Stefani et Ugolotti qui ont attribué à la cellule la conscience de l'utilité, l'idée du temps, l'association des idées, etc. (Alcune ricerche di psicofisiologia cellulare. *Atti del V° Congr. intern. di Psicol.*, Rome, 1905, p. 196-203.)

sans appel à l'introspection, à la conscience personnelle[1].

Mais peut-on croire que le changement des mots permettra de changer, comme par un coup d'une baguette magique, les attitudes d'esprit? Il est certes regrettable souvent qu'on vienne mêler le problème insoluble de la conscience aux problèmes positifs de la psychologie scientifique; mais, si l'on parlait d'hystérésis au lieu de mémoire, le danger ne serait pas pour cela écarté, et le mot prendrait vite, s'il se substituait à l'autre, les mêmes significations introspectives.

Et enfin, il n'est pas si nécessaire de séparer à jamais la conscience des phénomènes objectifs, puisque nous constatons sur nous-mêmes qu'il est possible de saisir, par le révélateur intérieur de la conscience, et par le révélateur externe des réactions, deux aspects différents d'états internes qui sont les mêmes, l'aspect conscient pouvant en certains cas fournir des données, sinon absolument sûres, sinon absolument précises, du moins intéressantes et relativement nouvelles, susceptibles même, grâce à l'appui d'une vérification objective qu'elles suscitent, d'augmenter et d'étendre le champ de nos connaissances.

Le mot mémoire sera ainsi susceptible d'une double signification, mais en réalité ne s'appliquera-

1. Le mot d'hystérésis a été récemment employé par M. et Mme Lapicque pour désigner un curieux phénomène de persistance adaptative qui, paraissant porter sur des phénomènes psychologiques, rentrerait dans notre définition de la mémoire : « Les pigeons et les tourterelles mangent un peu plus s'ils ont été précédemment au froid que s'ils ont été précédemment au chaud; cette *hystérésis* ne porte que sur l'appétit, car le poids du corps augmente ou diminue corrélativement, jusqu'à ce que le réglage soit effectué. » (L. et M. Lapicque. Consommations alimentaires d'oiseaux de grandeurs diverses en fonction de la température extérieure. *C. R. de la Soc. de Biologie*, 1909, t. LXVI, p. 291.)

t-il pas, c'est du moins l'hypothèse scientifique que nous sommes en droit de formuler et à laquelle les faits se conforment toujours, à un objet unique?

Que la psychologie objective garde le mot de « mémoire », qui est précieux, si précieux que les autres sciences biologiques, que les sciences physiques même s'en emparent parfois; elle ne sera pas plus trompée par l'emploi de ce mot que par tout autre. Et, en envisageant l'évolution de la mémoire, son étendue croissante, sa précision progressive, sa rapidité d'acquisition accrue, au fur et à mesure du développement mental, dans toutes les séries des êtres vivants, nous n'oublierons pas que nous étudions des phénomènes naturels comme les autres, et que la présence ou l'absence de conscience ne peut rien changer à l'objet de nos études.

LIVRE PREMIER

LES PERSISTANCES RYTHMIQUES

CHAPITRE I

LES RYTHMES VÉGÉTAUX

§ 1. — LES PROBLÈMES DES RYTHMES MNÉMONIQUES.

En envisageant la mémoire au sens, que nous avons adopté, d'une influence persistante d'événements passés sur l'activité ultérieure des êtres, dans quelle mesure les phénomènes rythmiques, constatés aussi bien chez un grand nombre de végétaux que chez certains animaux, relèvent-ils de la mémoire ? Jusqu'à quel point la répétition d'excitations périodiques s'exerçant sur un individu peut-elle engendrer une tendance à la répétition spontanée des réactions qu'elles provoquaient, à intervalles aussi réguliers, alors même que ces excitations auraient cessé d'agir? Existe-t-il des cas, et s'il en est sont-ils nombreux, où l'influence persistante du passé répond bien à une acquisition individuelle, et non à une transmission héréditaire dont l'origine nous échappe et qui ne peut dès lors relever avec certitude de la mémoire.

Ce sont là des problèmes méritant d'être exami-

nés, afin de déterminer le rôle exact de la mémoire dans les phénomènes rythmiques qu'il faut dès lors passer en revue.

§ 2. — LES RYTHMES NYCTHÉMÉRAUX.

On sait que, chez beaucoup de plantes, les fleurs s'ouvrent et se ferment à des heures à peu près fixes, ou que les feuilles présentent des positions également variables suivant les moments de la journée : c'est ce qu'on appelle généralement des mouvements nyctitropiques.

Pour ce qui est des feuilles, les oscillations périodiques consistent presque exclusivement en un large épanouissement durant la journée, en un reploiement plus ou moins complet durant la nuit : aussi a-t-on qualifié ces alternances d'états de veille et de sommeil, qualification basée sur l'opinion d'une analogie fondamentale avec le sommeil des animaux.

Une de ces alternances bien connues est celle de la sensitive (*Mimosa pudica*), dont la feuille comprend un pétiole principal d'où partent quatre pétioles secondaires portant une double rangée de folioles rattachés par des pétioles tertiaires ou pétiolules ; dans la journée, on voit le pétiole principal dressé, à peu près horizontal, avec les pétioles secondaires divergents et les rangées de folioles de chaque couple étalées sensiblement dans un même plan ; mais, le soir, le pétiole principal s'abaisse lentement, les pétioles secondaires ne tardent pas à se rapprocher, et les rangées des folioles redressées se trouvent appliquées l'une contre l'autre, le long de chacun des pétioles secondaires. Dans la nuit, le pétiole principal commence à se redresser, dépassant même le matin la position horizontale, comme entraîné trop loin dans son mouvement, et y revenant bientôt pour y rester toute

l'après-midi; les pétioles secondaires s'écartent à l'aurore, et les folioles s'abaissent et s'étalent, exposant leurs faces supérieures, accolées pendant la nuit.

Comme pour la sensitive, les folioles du baguenaudier (*Colutea arborescens*), du trèfle, de la luzerne, de la vesce, de la gesse, de la coronille et d'autres légumineuses encore, se relèvent et juxtaposent leurs faces supérieures, tandis que chez le carambolier (*Averrhoa*), c'est un abaissement des folioles avec accolement des faces inférieures qui caractérise le reploiement de la feuille; cet abaissement se rencontre encore chez le haricot, le lupin, où les folioles de la feuille palmée vont s'appliquer étroitement le long du pétiole; l'oxalis, où le même rabattement s'accompagne de plissements médians dans chacune des trois folioles analogues à la fermeture sur elle-même de la foliole impaire de la feuille de trèfle. Chez *Strephium floribundum*, l'enveloppement de la tige se produit par redressement des folioles alternes.

Dans tous les cas, l'effet de ces mouvements est d'offrir le jour une surface largement étalée à la lumière, ce qui entraîne une assimilation chlorophyllienne plus intense, et de ne présenter la nuit qu'une surface exposée plus réduite, ce qui assure un moindre rayonnement thermique, un moindre refroidissement. Tout se passe comme si la plante exposait ses feuilles à la lumière et les protégeait contre le froid.

Les mouvements des fleurs paraissent beaucoup moins homogènes; en effet, l'épanouissement se manifeste tantôt comme diurne, tantôt comme nocturne; en outre, il ne se produit pas régulièrement le matin ou le soir, mais à des heures qui, si elles sont relativement fixes pour chaque espèce, varient beaucoup avec ces dernières. Linné et de Candolle avaient même planté des « Horloges de Flore », où l'heure devait

être donnée par l'épanouissement de telle ou telle plante[1].

Quels peuvent donc être les facteurs de ces oscillations périodiques ?

Il devait de bonne heure venir à l'esprit des observateurs que les alternances étaient provoquées par des variations de l'intensité lumineuse, et ce fut, en effet, ce que tenta de prouver de Candolle[2] quand il étudia les mouvements nyctitropiques soupçonnés en 1567 par Garcias de Horto et établis par Linné[3] au XVIII[e] siècle.

Pour déterminer si la lumière agissait, il suffisait de soustraire les plantes étudiées à des oscillations nycthémérales et de les soumettre à l'obscurité permanente ou à un éclairage constant.

Seulement, les expériences relatives aux rythmes des fleurs se heurtent à un obstacle, le peu de durée de ces organes transitoires. Si quelques fleurs, comme celle de l'Ornithogale, une Liliacée communément appelée la Dame de onze heures, sont capables de s'ouvrir et de se fermer alternativement pendant plusieurs jours, la plupart se fanent très tôt, ne présentant que deux jours de rythme, comme chez la *Victoria regia*, ou même ne s'épanouissant qu'une fois sans véritablement présenter de rythme, comme la Belle-de-nuit (*Mirabilis*), le cierge (*Cereus*), l'hélianthême, l'onagre, etc. Mais on peut alors envisager

1. G. BONNIER (Comment les fleurs s'ouvrent. *La Revue*, 1908, p. 414-415), a donné un exemple d'horloge de flore : liseron des prés, 3 h.; salsifis des prés, 4 h.; chicorée sauvage, 5 h.; nénuphar blanc, 7 h.; faux-mouron, 8 h.; souci des champs, 9 h.; ornithogale, 11 h.; ficoïde, 12 h.; scille maritime, 15 h.; silène nocturne, 17 h.; belle-de-nuit, 18 h.; cierge, 20 h.; liseron pourpre, 22 h.

2. DE CANDOLLE. Expériences relatives à l'influence de la lumière sur quelques végétaux. *Mém. des Sav. étrangers*, I, 1806.

3. LINNÉ. *Somnus plantarum.*

l'ensemble des fleurs et ne pas s'occuper de l'histoire individuelle de celles-ci.

Or, de Candolle, en soumettant des Belles-de-nuit à un éclairage nocturne avec obscurité diurne, a obtenu le renversement du rythme d'épanouissement floral avec quelques irrégularités : c'était une preuve décisive du lien étroit qui unissait ce rythme au rythme nycthéméral météorologique. Il fit de même avec la sensitive, et constata également que les mouvements conduisant à la position de sommeil s'effectuaient plutôt de jour, alors que l'étalement se produisait la nuit, à la lumière artificielle [1].

Ces résultats peuvent-ils se généraliser? Il faut tout d'abord noter que l'action de la lumière ne se manifeste pas comme exclusive. En effet, si la fleur de tulipe s'ouvre ou se ferme pour des illuminations ou des obscurations artificielles, elle s'ouvre également lorsqu'elle est maintenue à l'obscurité, pour une faible élévation de température; et ce facteur thermique, secondaire chez la tulipe, devient absolument prépondérant chez le safran (*Crocus*), sensible à des variations d'un demi-degré. Pour les mouvements des feuilles également, il n'est pas rare qu'ils puissent être provoqués par des variations brusques de température, entre certaines limites compatibles avec la vie de la plante, naturellement. Et d'autres facteurs paraissent intervenir, comme l'humidité, et le vent même; par exemple, chez le *Broussonetia papyrifera* [2].

Les phénomènes apparaissent donc beaucoup plus complexes qu'on aurait pu l'espérer tout d'abord ;

1. Voir, au sujet de l'action de la lumière dans les rythmes, l'article sur l' « action des radiations sur les végétaux » de L. Mangin dans le *Traité de Physique biologique*, t. II, 1903, p. 312-345.

2. L. et K. Lissauer. Ueber eine Bewegungserscheinung der Blätter von *Broussonetia papyrifera*. *Berichte deutsch. botan Gesellschaft*, 1903, t. XXI, p. 27-29.

l'explication même des mouvements des feuilles par les variations de turgescence, dues à la lumière ou à la chaleur, dans les renflements moteurs de la base, ne peut pas se généraliser, car les mouvements se produisent même en l'absence de renflements moteurs comme chez une zygophyllée, dont le rythme paraît dû à peu près exclusivement à l'action de la lumière [1]. Chez les fleurs, il n'existe pas non plus de renflements moteurs et les variations de turgescence, dans tous les cas, ne peuvent guère apparaître comme des modifications provoquées par l'action directe d'agents extérieurs, comme serait une dilatation d'origine thermique.

Et, en effet, les mouvements peuvent se produire encore, en certains cas, malgré la constance artificiellement obtenue des phénomènes extérieurs, ou malgré de vaines inversions dans l'action des facteurs externes.

C'est ainsi que de Candolle déjà avait échoué à obtenir l'inversion du rythme des feuilles chez *Oxalis incarnata* et *Oxalis stricta*, rythme qui persiste à l'obscurité continue ou à un éclairage permanent.

Aussi considère-t-on comme « spontanés » les mouvements des oxalides, ce qui veut dire que, tout en ignorant les facteurs responsables de ces mouvements, on considère ces facteurs comme internes.

Également spontané apparaît le rythme du pourpier (*Portulacea oleracea*), dont les fleurs s'ouvrent vers midi et se referment vers une heure, ainsi que l'oscillation perpétuelle des feuilles trifoliées du sainfoin giratoire de l'Inde ou desmode oscillant (*Hedysarum girans*) dont, pendant que la foliole impaire n'exécute que des mouvements nyctitropiques, les deux folioles latérales tournent perpétuellement suivant la généra-

1. Mlle A. Rodrigue. L'anatomie et les mouvements de *Porliera hygrometrica, Arch. des Sc. phys. et nat.*, oct.-nov. 1902, p. 140-142.

trice d'un cône, accomplissant chaque révolution en moins de cinq minutes, quand la température dépasse 22 degrés, du moins dans le pays d'origine, car le mouvement s'atténue et disparaît dans les serres européennes.

Mais ces divers cas de mouvements dits spontanés sont-ils homogènes? Il est permis d'en douter. En particulier, peut-être existe-t-il des facteurs externes à oscillation nycthémérale qui nous échappent encore: on a découvert récemment un rythme de cette périodicité pour l'ionisation atmosphérique, qui relève d'ailleurs de l'action solaire, mais dont l'intervention n'est pas impossible. Et, en étudiant les irrégularités dans les heures d'épanouissement diurne de la pâquerette (*Bellis perennis*), il m'a paru que tous les faits étaient difficilement explicables, même par l'action combinée des facteurs lumière, chaleur et humidité.

D'autre part, en admettant même qu'elle soit d'origine interne, la rythmicité fonctionnelle devrait-elle être considérée comme intrinsèque, comme fondamentalement inhérente au végétal, opinion assez répandue, parfois même appliquée à tout organisme en tant que tel? Non, car on peut toujours invoquer un rythme autrefois engendré par des alternances dans les conditions extérieures et suffisamment ancré dans l'organisme pour devenir héréditaire. Seulement c'est là une hypothèse qu'il est difficile de soumettre au contrôle des faits, parce que cela nécessiterait des expériences de très longue durée; aussi, tant que de telles expériences ne seront pas faites, cette conception théorique manquera de point d'appui et se confondra pratiquement avec celle d'une rythmicité intrinsèque.

Mais on peut invoquer aussi, en certains cas, et là le contrôle est relativement facile, une persistance individuelle, un *phénomème de mémoire*. Et là est le point essentiel de la question.

En effet, lorsque les oscillations nycthémérales des feuilles du haricot se constatent encore à l'obscurité continue, on les voit qualifiées dès lors de mouvements spontanés ; et, comme elles disparaissent au bout de quelque temps d'obscuration, cette disparition est expliquée par un phénomène d'inhibition due à l'obscurité, comparable aux effets de l'éther qui, comme les autres anesthésiques, supprime ces mouvements au même titre que toutes les réactions motrices des végétaux [1].

Mais on peut bien se demander si cette interprétation ne doit pas céder la place à l'hypothèse, plus plausible, d'un rythme persistant quelque temps, puis s'amortissant et s'effaçant peu à peu, d'un rythme-souvenir ? Cette dernière hypothèse est de Pfeffer, et, — combattue dans les derniers temps par Semon, qui prétend substituer d'une façon très générale, aux acquisitions effaçables de la mémoire des individus, une mémoire de l'espèce, faite de souvenirs héréditaires, d'« engrammes », suivant sa conception générale de la « Mneme », — elle paraît s'imposer victorieusement pour un grand nombre de cas, à la suite de discussions où les expériences précises et les déductions logiques de Pfeffer triomphent aisément d'observations, souvent incomplètes, et d'idées *a priori* [2].

Pour le cas du haricot, Pfeffer reconnaît qu'il existe une tendance très tenace au rythme à périodicité de

1. Cf. par exemple E. Belzung. *Anatomie et Physiologie végétales*, 1900, p. 732.

2. Voici les travaux où se trouvent exposées les deux thèses en présence, la thèse, déjà ancienne, de Pfeffer et la thèse récente de Semon : Pfeffer. *Untersuchungen über die periodischen Bewegungen der Blattorgane*, Leipzig, 1875. — *Pflanzenphysiologie*, 2e Aufl., t. II, 1904, p. 476-499. — Untersuchungen über die Entstehung der Schlafbewegungen der Blattorgane. *Abhandl. des mathem. physik. Klasse der sächs. Gesellsch. des Wissenschaften*, 1907, t. XXX. — Ueber die Ursache der Schlaf-

douze en douze heures. En effet, si l'on soumet cette plante à des alternatives d'obscurité et d'éclairage artificiel de dix-huit heures respectivement, on obtient bien un rythme foliaire d'une périodicité totale de trente-six heures; et, si l'on cesse après quelque temps ces alternatives, pour laisser la plante à un éclairage continu, on obtient une persistance de ce rythme nouvellement acquis ; mais, lorsque ce rythme s'amortit, au lieu de le voir entièrement disparaître et la position des feuilles rester uniformément stable, on constate qu'il se transforme et qu'il reprend une périodicité de douze en douze heures.

Est-ce là le résultat d'une acquisition individuelle plus stable, parce que consécutive à des actions plus prolongées, ou s'agit-il bien d'une propriété héréditaire? c'est une question très délicate.

En tout cas, il est indéniable que le haricot peut présenter des phénomènes de persistance, par acquisition individuelle, et masquant même complètement la tendance en question, mais s'effaçant avec le temps. Et ce résultat, qui contredit la conception générale et exclusive de Semon, apparaît encore plus nettement chez l'*Acacia* (*Albizzia*) *lophanta* qui, selon Pfeffer, ne présente, en aucun cas, de persistance autre que celles qui sont passagèrement acquises après action prolongée d'un rythme, de périodicité donnée, de certaines influences extérieures, en l'espèce, comme chez le haricot (*Phaseolus vulgaris vitellinus*) des influences lumineuses.

bewegung. Comm. a la 79e *Versammlung deutscher Naturforscher und Aertzte*, sept. 1907. — Die Enstehung der Schlafbewegungen bei Pflanzen. *Biologisches Centralblatt*, juin 1908, t. XXVIII, nº 12, p. 389-415. — R. Semon. *Die Mneme als erhaltendes Prinzip im Wechsel des organischen Geschehens*, Leipzig, 1904. — Ueber die Erblichkeit der Tagesperiode. *Biolog. Centralblatt*, 1905, t. XXV, nº 8, p. 241-252. — Hat der Rythmus der Tageszeiten bei Pflanzen erbliche Eindrücke hinterlassen? *Biolog. Centralbl.*, avril 1908, t. XXVIII, nº 7, p. 225-243.

En effet, chez l'acacia, Pfeffer, avec des alternances d'éclairage artificiel et d'obscurité de dix-huit en dix-huit heures, de douze en douze, de six en six et de trois en trois, a obtenu les rythmes de même périodicité dans les mouvements des feuilles; il a, en outre, obtenu les mêmes phénomènes de persistance consécutifs, à obscurité continue ou à éclairage continu, la même disparition après amortissement progressif, la même substitution, aux mouvements rythmiques, d'une position immuable des feuilles, soit la position dite de sommeil à l'obscurité, soit celle dite de veille à la lumière, alors que des dispositions latentes, provenant d'une rythmicité intrinsèque, d'une tendance héréditaire, auraient pu se manifester.

Cette manifestation était en réalité impossible, objecte Semon, parce que, outre l'emploi de lumières très intenses pouvant exercer une action trop forte, ces conditions permanentes entraînent des états pathologiques et qu'il y a, sinon inhibition directe des mouvements, du moins empêchement de ceux-ci, par affaiblissement général de la faculté motrice ; la vie des plantes exigerait des alternances dans l'obscurité et la lumière. En outre, d'après lui, Pfeffer, qui enregistrait d'une façon continue les mouvements des feuilles par les déplacements de leviers rattachés aux pétioles, s'exposait par là à rendre impossibles de faibles mouvements qui auraient révélé la disposition latente. Enfin, les plantes adultes sont moins aptes à extérioriser des tendances héréditaires que des plantes très jeunes, qui n'ont jamais été exposées aux conditions de vie normales.

Et Semon invoque des expériences personnelles où il a procédé à des observations répétées, mais sans enregistrement, où il a employé des éclairages moins intenses que ceux de Pfeffer, qui lui paraissaient susceptibles, par leur intensité même, d'exer-

cer des influences actuelles trop puissantes, masquant des tendances spontanées moins fortes, et enfin où il a toujours soumis ses végétaux à des alternatives d'éclairement et d'obscurité, dont il faisait seulement varier la périodicité.

Or, dans ces conditions, il n'a pas réussi à obtenir des rythmes réguliers de même périodicité chez les plantules d'*Acacia lophanta*, et les irrégularités lui apparaissent comme dues à la superposition de deux rythmes, l'un, le rythme induit, à périodicité de six en six heures et de vingt-quatre en vingt-quatre heures; l'autre, le rythme spontané, de douze en douze heures. Et même, lorsqu'après ces alternances, il laissait quelque temps à l'obscurité ou à la lumière les plantes observées, il aurait obtenu une autre persistance obéissant à la périodicité, non du rythme induit, mais du rythme spontané, héréditaire, à la périodicité totale de vingt-quatre heures.

Mais Pfeffer réfute les objections de Semon : en effet, dans ses expériences, l'enregistrement n'avait aucune action, car comme le fil d'attache tirait en haut le pétiole, son action se serait ajoutée à celle de la tendance latente hypothétique qu'invoque Semon dans les cas où la position d'arrêt de la feuille était en abaissement; et, en outre, l'observation photographique, prise automatiquement, à intervalles réguliers, a révélé le même fait d'immobilité persistante. Avec diverses intensités d'éclairement, les faits furent d'ailleurs les mêmes, et il faut bien constater qu'avec les éclairages continus des rythmes persistants ont pu se constater un certain temps; on ne peut donc invoquer une inhibition pathologique.

D'ailleurs, les faits d'immobilité persistante ont été constatés, non plus par continuité d'éclairage artificiel, mais, grâce à des observations dans les régions polaires, sous l'influence de la continuité du jour, en l'absence d'obscurité nocturne. Ce fait

capital répond victorieusement à toute une série d'objections. Et, en revanche, Pfeffer considérerait plutôt comme anormal le développement d'embryons dans des conditions d'éclairage artificiel; il a obtenu les mêmes résultats avec des plantes en cours de développement et avec des plantes adultes, mais a échoué à obtenir un élevage satisfaisant des embryons.

Enfin, sa principale objection aux expériences de Semon vise leur complexité, due à une insuffisante analyse des phénomènes en jeu. Alors que Pfeffer expérimentait à température et à humidité constantes, Semon a négligé ces facteurs, qui pouvaient intervenir dans toutes ses expériences, et ses irrégularités, ses mouvements de pseudo-persistance, étaient probablement dus à l'action de ces facteurs externes négligés.

En tout cas il est absolument démontré qu'il peut y avoir des phénomènes d'acquisition individuelle de rythmes, durables, mais dans d'étroites limites. Il peut en outre apparaître, Pfeffer le reconnaît le premier, des mouvements périodiques autonomes pour lesquels on est en droit, mais non dans la nécessité, d'invoquer l'hérédité.

Quand à l'universalité d'une tendance rythmique héréditaire pour l'explication des rythmes, soutenue par Semon, elle ne s'impose aucunement; et dire de rythmes, qui ne se manifestent jamais, qu'ils existent tout de même à l'état de disposition latente, c'est, comme le déclare énergiquement Pfeffer, sortir du domaine de la science, ou aboutir à de singulières conclusions : autant dire que tout phototropisme est une tendance spontanée héréditaire indépendante des causes externes, bien qu'il ne se manifeste qu'en présence de la lumière, ou encore que le pendule possède une tendance oscillatoire intrinsèque, bien qu'il faille un choc initial pour engendrer ses oscilla-

tions et la répétition de ces chocs pour empêcher leur amortissement rapide et leur extinction.

Les résultats des recherches et des discussions de Pfeffer permettent, lorsque l'on se trouve en présence de périodicités biologiques constatables même dans des conditions de milieu stables et constantes, de soupçonner une persistance, un rythme-souvenir, plutôt qu'une rythmicité organique fondamentale, qu'on a toujours tendance à invoquer.

C'est le cas, par exemple, pour les expériences de F.-E. Lloyd, au laboratoire de botanique désertique de l'Institution Carnegie, qui ont mis en évidence, en l'absence de toute lumière, une courbe nycthémérale de la transpiration chez une verveine (*Verbena ciliata*) avec maximum à six heures du soir, tout comme si la périodicité du cycle de la lumière se continuait, phénomène dont l'auteur paraît imprudemment conclure que la lumière ne joue aucun rôle[1].

La possibilité d'engendrer des rythmes nouveaux manifestant une certaine persistance montrait plutôt, d'après les expériences de Pfeffer, que les oscillations constatables chez une plante normale soumise à l'obscurité continue ou à un éclairage permanent, devaient être le fait d'une acquisition individuelle et non de la réapparition de rythmes héréditaires.

Et des observations analogues ont montré que, si l'on prolongeait l'expérience pendant quelque temps, on ne tardait pas à voir l'amortissement du rythme et sa disparition : Detmer, en coupant le sommet de la tige de diverses plantes (*Helianthus*, *Ricinus*, *Cucurbita*), et en fixant à l'extrémité de la tige un tube de verre, a noté que l'ascension de la sève dans le tube mettait en évidence des variations nycthémérales de la pression de cette sève, avec maximum au coucher

1. F. E. Lloyd. The Desert botanical Laboratory of the Carnegie Institution of Washington, *Biologisches Centralblatt*, 15 octobre 1906, t. XXVI, n° 22, p. 791-801.

du soleil et minimum au lever, et qu'il y avait persistance, mais pendant quelques jours seulement, de ces oscillations rythmiques, à l'obscurité continue[1].

De même la croissance des plantes est plus rapide la nuit que le jour, et continue à être plus rapide la nuit, même lorsque les plantes sont soumises à une obscurité continue, mais, là aussi, pendant un petit nombre de jours[2].

§ 3. — LA PRODUCTION DES RYTHMES ARTIFICIELS.

Le fait de l'acquisition individuelle est plus nettement démontré encore, peut-être, par la production artificielle de rythmes sans équivalents dans les conditions naturelles d'existence : c'est ainsi que Fr. Darwin et miss C.-D.-F. Pertz ont réussi, — en soumettant périodiquement, à intervalles réguliers, une plante, placée sur un clinostat intermittent, à des tropismes de sens contraire, — à établir des oscillations rythmiques de la plante, les réactions tropiques persistant, avec la même périodicité, pendant un certain temps, pour s'amortir et s'éteindre bientôt.

Ils expérimentèrent sur *Phalaris canariensis*, avec un clinostat à axe vertical, permettant de changer l'orientation vis-à-vis de la lumière de demi-heure en demi-heure ou de quart d'heure en quart d'heure, et sur la valériane et le vulgaire pissenlit (*Taraxacum densleonis*) avec un clinostat à axe horizontal permettant de renverser périodiquement l'action de la pesanteur.

Ils réussirent à obtenir des nutations rythmiques de croissance, constatables avec un microscope

1. Detmer. Zur Probleme der Vererbung; *Archiv. für die ges. Physiologie*, 1887, t. XLI, p. 203-215.

2. Baranetzky. Die tägliche Periodizität in Längenwachsthum der Stengel. *Mémoires de l'Acad. impér. des Sciences de Saint-Pétersbourg*, 1880, 7e série, t. XXVII, n° 2.

à oculaire micrométrique ou, plus simplement, avec une échelle millimétrique, dans 9 cas sur 18 pour la Valériane, 6 sur 7 pour la Dent de Lion, et 7 sur 10 pour le Phalaris; et ils ont constaté un effet consécutif très complexe, ne consistant pas seulement dans la continuation d'une courbure provoquée par un facteur, alors que l'action de ce facteur était terminée, mais en outre dans l'apparition de courbures en sens contraire suivant un rythme de même périodicité que les alternances antérieures dans l'action des facteurs externes : Après six à sept de ces alternances, deux ou trois courbures rythmiques se manifestaient en sens opposés, avec périodicité, suivant les cas, d'un quart d'heure ou d'une demi-heure.

En revanche, ils échouèrent, avec des périodicités irrégulières dans l'action des influences extérieures, à engendrer des rythmes de même irrégularité; aussi inclinèrent-ils à admettre chez les plantes une sorte de faculté rythmique intrinsèque dirigée seulement par les circonstances, ce qui n'est pas une conclusion nécessaire, tant s'en faut, mais qui représente une opinion que nous aurons encore occasion de retrouver[1].

§ 4. — LE RYTHME DE MARÉE.

Enfin, avant de quitter le domaine végétal, il nous faut signaler encore un rythme présentant une persistance assez courte, mais induit, celui-ci, par des oscillations périodiques tenant aux conditions naturelles, et qui n'ont pourtant engendré aucune rythmicité héréditaire apparente. Il s'agit de diatomées

1. Fr. Darwin et Miss Pertz. On the artificial production of rhythms in Plants (communic. au Congrès de Cardiff de la British Association), *Annals of Botany*, 1892, t. VI, p. 245-265. — *Id.*, *Ibid.*, 1903, t. XVII, p. 93-107

littorales, les *Pleurosigma æstuarii* W. Sm., qui forment, sur le sable des plages, de grandes plaques veloutées d'un brun-rouille, n'apparaissant que pendant un temps plus ou moins long à mer basse, et s'enfonçant sous le sable avant ou, au plus tard, à l'arrivée de la mer : leurs oscillations périodiques persistent, en effet, quelques jours en aquarium[1].

Mais nous allons ajourner la discussion de ce cas, que nous retrouvons identique chez des animaux, des vers, les *Convoluta*.

1. Pierre Fauvel et Georges Bohn. Le rythme des marées chez les diatomées littorales, *C. R. de la Soc. de Biologie*, 26 janvier 1906, t. LXII, p. 13. — P. Fauvel. A propos du rythme des marées chez les diatomées littorales. *Ibid.*, 16 février 1907, t. LXVII, p. 242.

CHAPITRE II

LES RYTHMES ANIMAUX

§ 1. — LE RYTHME DES NOCTILUQUES.

Des phénomènes rythmiques ont été mis en évidence chez des organismes qui, par leur constitution uni-cellulaire, ne devraient pas en réalité être considérés comme des animaux, mais comme la souche commune des animaux et des végétaux.

Parmi les protozoaires en effet, et en particulier parmi les Flagellés dont beaucoup sont déclarés par les botanistes faire partie intégrante du règne végétal, se rencontrent des individus arrondis possédant la propriété d'émettre sous l'influence des chocs une lumière assez vive, à laquelle est due en général la phosphorescence de la mer : ce sont les Noctiluques (Cystoflagellés).

Or les Noctiluques présentent, lorsque l'obscurité vient, une exacerbation pour ainsi dire, de leur phosphorescence ou de leur irritabilité, et se montrent susceptibles de briller bien davantage la nuit que le jour. Et Massart[1] a constaté que, si on les soumettait en aquarium à des conditions de milieu constantes, c'est-à-dire à une obscurité continuelle ou à un éclai-

1. MASSART. Sur l'irritabilité des Noctiluques, *Bull. scient. de la France et de la Belgique*, 1893, t. XXV, p 59-76

rage permanent, l'augmentation de la luminosité s'observait encore à la tombée de la nuit et jusqu'à l'arrivée du jour, tout comme si elles étaient encore soumises aux alternances nycthémérales.

Mais l'analyse du phénomène n'a pas été faite, et est d'ailleurs délicate à cause de la vie assez précaire des Noctiluques en aquarium. En tout cas, on ne sait encore s'il s'agit d'une tendance héréditaire capable de persister très longtemps, ou seulement d'une acquisition individuelle peu durable, et dont l'interversion pourrait être réalisée par le renversement des heures de lumière et d'obscurité, ou la périodicité modifiée par des durées différentes de chacune des périodes ; on ne sait même si, en dehors de la lumière, d'autres facteurs à même périodicité ne continuent pas d'agir pour maintenir l'oscillation rythmique.

§ 2. — LES RYTHMES DE MARÉE

Les Noctiluques ne devraient pas être rangées parmi les animaux, et le rythme constaté chez les Convoluta pourrait être même, à certains points de vue, considéré comme un rythme végétal.

En effet, ces turbellariés, petits vers plats, vivent en symbiose avec des algues qui leur donnent une couleur du plus beau vert, les zoochlorelles, dont ils sont bourrés en quelque sorte : c'est grâce à l'assimilation chlorophyllienne, réalisée par ces algues, du carbone de l'acide carbonique emprunté aux bicarbonates dissous dans l'eau de mer, que vivent les *Convoluta*, et l'on ne sait au juste, dans les réactions de ces vers, ce qui peut être attribué aux algues et ce qui doit venir des turbellariés eux-mêmes ; comme les *Convoluta* sont infectées, peut-on dire, par les zoochlorelles, avant même leur développement et ne pourraient, semble-t-il, vivre sans elles, des expé-

riences sur des individus non symbiotiques paraissent très difficiles. Quoi qu'il en soit, le phénomène global est le même que celui des diatomées mentionnées plus haut, les *Pleurosigma æstuarii*, qui, seules, paraissent manifester, à côté d'autres diatomées pourtant également littorales et spécifiquement très voisines, un rythme de marée.

Les *Convoluta roscoffensis*, les plus répandues, se rencontrent surtout sur les plages de la Manche ou de la Bretagne où elles forment, bien que très petites individuellement, de grandes masses, comme des placards ou des tapis vert-foncé, sur le sable des plages, au niveau de la limite des hautes mers de morte eau.

En 1903, deux auteurs anglais, Gamble et Keeble[1], remarquèrent que les apparitions et disparitions des taches des *Convoluta* n'étaient pas d'une irrégularité quelconque, mais suivaient un rythme bien défini : elles sortaient du sable pour venir s'étaler à la surface, dès que la mer descendante abandonnait leur zone, et restaient ainsi étalées jusqu'à ce que, les premières vagues de la mer montante les atteignant, elles s'enfonçassent précipitamment. Et, en outre, pendant deux jours, leurs alternances rythmiques d'enfoncement et de sortie se continuaient en aquarium aux mêmes heures que si elles étaient restées exposées au jeu des marées, puis disparaissaient définitivement.

Cette persistance pouvait bien être considérée comme un rythme-souvenir. Tel ne fut pourtant point l'avis des auteurs anglais qui invoquèrent un mécanisme en réalité bien singulier, pour faire intervenir dans tous les cas une action immédiate de facteurs

1. F. W. GAMBLE et KEEBLE. *The Bionomics of Convoluta roscoffensis*, *Proceedings of royal Society of London*, 31 juillet 1903, t. LXII, p. 95-98. — *Quaterly Journal of micr. Science*, décembre 1903, t. LXVII, p. 363-432.

externes : ils attribuèrent à une influence variable de la lumière, à des phototropismes positif et négatif, en même temps qu'à une action tonique, les phénomènes d'ascension et de descente dans le sable, réductibles, dans le langage des tropismes, à des réactions de géotropisme négatif ou positif.

Les *Convoluta* seraient attirées à la lumière et viendraient à la surface du sable ; mais, après une exposition prolongée, il apparaîtrait une réaction négative, comme pour toute augmentation brusque d'éclairement; les *Convoluta* se replongeraient alors dans le sable jusqu'à ce que, la fatigue due à l'action tonique de la lumière étant dissipée, reparaisse le phototropisme positif et avec lui une nouvelle ascension.

Maintenant pourquoi un tel mécanisme fournit-il des résultats synchrones, tout en étant indépendants, des oscillations « tidales[1] »? De ce synchronisme, les auteurs ne donnent aucune explication; ils le constatent et c'est tout. C'est un fait; cela se trouve ainsi par une coïncidence dont les origines nous échappent.

En réalité, cette attitude commode se heurte à trop d'obstacles pour qu'il soit possible de s'y tenir, et nous allons voir que la seule hypothèse plausible pour la persistance des oscillations est celle d'un phénomène de mémoire lié aux oscillations tidales; c'est celle qui fut adoptée par G. Bohn lorsqu'il constata à son tour les phénomènes que nous venons de rappeler[2].

En effet, il serait étonnant déjà que l'action de la

1. « De marée », expression empruntée à la langue anglaise.

2. G. Bohn. Sur les mouvements oscillatoires des *Convoluta roscoffensis*, *C. R. Acad. des Sc.*, 10 octobre 1903, t. CXXXVII, p. 576-578. — Les *Convoluta roscoffensis* et la théorie des causes actuelles, *Bull. du Muséum*, 1903, t. IX, p. 358-364. — A propos d'un mémoire récent sur les *Convoluta*, *Ibid.*, p. 397-399.

lumière ne provoque pas, comme chez les végétaux, un rythme nycthéméral, purement et simplement.

D'autre part, comme la lumière pénètre encore avec une assez grande intensité jusqu'au sable, même à mer haute, étant donnée la faible hauteur que l'eau peut atteindre à ce niveau, il reste un fait qui n'est aucunement expliqué par Gamble et Keeble : les *Convoluta*, lorsque la basse mer tombe de nuit, ne sortent pas, l'absence de lumière ne permettant pas leur ascension phototropique; mais alors, lorsque le jour vient avec la mer, elles devraient, reposées par un aussi long séjour à l'obscurité, revenir à la surface, ce qu'elles ne font pas.

Peut-on baser sur cette incapacité explicative de la conception de Gamble et de Keeble la théorie d'un rythme héréditaire agissant dans la nature, et où le facteur primitif serait le choc des vagues, étant donné que les secousses provoquent toujours le plongement des *Convoluta*, en sorte qu'il s'agisse d'un phénomène de « mémoire héréditaire » du choc des vagues?

C'est là une conception soutenue par G. Bohn, qui en est arrivé, en discutant l'hypothèse précédente, à n'admettre qu'une action « tonique » de la lumière chez les *Convoluta*[1]. Or, à une lumière d'intensité moyenne, le phototropisme positif des *Convoluta* n'est pas niable[2], et, pour ce qui est de

1. Cet auteur admet maintenant que les faits s'expliquent toujours par des phénomènes de sensibilité différentielle, notion introduite dans la science par Loeb.

2. J'emploie ici le mot de tropisme au sens usuel, qui ne préjuge pas du mécanisme de l'attraction exercée par la lumière; si l'on adoptait la définition étroite de Loeb, il n'y aurait peut-être pas tropisme « orthodoxe ». Mais il n'est pas certain qu'il y ait des phénomènes qui se soumettent à cette définition rigoureuse (action dissymétrique sur un organisme symétrique d'une excitation énergétique, aboutissant à la rotation de l'organisme jusqu'à ce que la réception de l'excitation devienne symétrique).

l'action de lumières extrêmement intenses, qu'elle consiste en un phototropisme négatif ou en paralysies dues à une action tonique, elle ne paraît pas intervenir comme facteur essentiel. Mais il y a un point où c'est sur une question de fait que se heurtent les conceptions de Bohn et de Gamble et Keeble : les *Convoluta* viennent-elles à la surface du sable la nuit, à l'obscurité, ou restent-elles enfoncées, dans ce cas, alors que la mer est basse? Gamble et Keeble soutiennent la deuxième alternative, et G. Bohn la première.

Des observations nouvelles qui ont été faites depuis lors par Martin et par moi-même[1], il résulte que, par les nuits de pleine lune, de nombreuses *Convoluta* se trouvent étalées sur le sable, mais que, par les nuits obscures on n'en peut déceler, ou du moins on n'en peut constater la présence qu'en quantité extrêmement faible, à côté des masses compactes visibles aux mêmes heures de jour.

La sortie paraît donc bien s'effectuer seulement sous l'influence de la lumière. Et, quant à la rentrée dans le sable, elle est due, soit au choc des vagues de la mer montante, soit à la dessiccation préalable de ce sable; le rythme dans la nature paraît donc bien fonction de facteurs actuels.

Cependant, par mer extrêmement calme, la lumière ne devrait-elle pas agir et provoquer l'ascension des *Convoluta*, à l'opposé de ce qu'on observe? C'est que, dans ce cas, intervient un facteur inhibiteur de l'ascension : la pression de la colonne d'eau qui surplombe le sable. Chez les diatomées présentant

1. L. Martin. La mémoire chez *Convoluta roscoffensis*, *C. R. Ac. des Sc.*, 23 sept. 1907, t. CXLV, p. 555-557. — Sur la mémoire des marées chez *Convoluta roscoffensis* et son altération, *Id.*, 6 juil. 1908, t. CXLVII, p. 81-83. — H. Piéron. Les facteurs des mouvements périodiques des *Convoluta* dans leur habitat naturel, *Bull. du Muséum*, 1908, n° 7, p. 393.

les mêmes oscillations tidales, ce facteur n'interviendrait pas ou la pression devrait être plus considérable, car la sortie s'effectue par mer calme alors qu'il subsiste une épaisse couche d'eau, mais on doit se rappeler à cet égard que l'habitat des diatomées est situé à un niveau sensiblement plus bas que celui des *Convoluta*.

En tout cas, aussi bien pour les diatomées que pour les turbellariés à zoochlorelles, les oscillations dans la nature sont la conséquence de l'action de phénomènes périodiques, et il n'est aucun de leurs mouvements qui implique l'intervention d'une tendance rythmique héréditaire.

En revanche les tendances rythmiques apparaissent lorsque les diatomées ou les vers sont soustraits à l'action des marées et conservés en aquarium. Mais ce rythme est-il indéfini? Certes non, car si Gamble et Keeble lui attribuaient une durée de deux jours, L. Martin, de quatre à sept jours, cette limite d'une semaine indiquée par Bohn ne semble guère dépassée. Et, même dans ces limites, les mouvements des *Convoluta* ne paraissent pas indépendants des facteurs actuels; de nombreuses causes perturbatrices font disparaître les mouvements périodiques : secousses prolongées, renouvellements fréquents de l'eau, altérations organiques, modifications de composition de l'eau, dessiccation, etc.

Et, en outre, fait curieux, mais qui serait en contradiction avec les observations de Bohn, à l'obscurité continue comme à un éclairement continu, les oscillations tidales disparaîtraient; et, dans l'alternance régulière des jours et des nuits, il n'y aurait pas d'ascension nocturne aux heures de basse mer, ce que L. Martin considère comme un phénomène d'amnésie nocturne[1], alors que cela montrerait tout

1. Les phénomènes de persistance et de non persistance sont catalogués sous des étiquettes bien inutiles d'ambotimnésie

simplement une persistance nécessaire de l'action de facteurs immédiats. Il faudrait, après des plongements suscités par des tendances persistantes, que la lumière provoquât l'ascension, à un moment où son action favorise celle de la tendance mnémonique; quand elle n'agirait pas, cette ascension ne se produirait plus; quand elle agirait trop, elle finirait par empêcher le plongement.

Le rythme des *Convoluta*, et on peut ajouter des *Pleurosigma æstuarii*, se comporte donc comme le rythme par acquisition individuelle de l'*Acacia lophanta*; il est même plus précaire encore, et d'ailleurs n'apparaît pas toujours, ni aussi facilement qu'on pourrait le croire.

On n'a pu encore déterminer si la périodicité du rythme persistant ne pourrait pas être modifiée par l'action de facteurs artificiellement soumis à une périodicité nouvelle, car les conditions d'expérience

et ambotiamnésie, auxquelles L. Martin substitue ensuite celles de pallirimnésie et palliriamnésie!

Cet auteur a d'ailleurs récemment soutenu à la Faculté des Sciences une thèse sur cette question (*La Mémoire des Convoluta*), où il a compromis par son langage quelques observations et expériences qui, à côté d'autres n'apportant rien de nouveau ou résultant de conceptions bien étranges — car je ne vois pas par exemple quel intérêt il peut y avoir à rechercher l'influence de l'urine sur la persistance du rythme des marées — n'étaient certes pas dénuées d'intérêt ni de valeur.

Mais, au lieu de rechercher à expliquer le complexe par le simple, il s'est efforcé de rechercher chez les *Convoluta* toutes les lois de la mémoire humaine, par une tendance antiscientifique des plus regrettables. Toute intervention d'un facteur actuel influençant le rythme est qualifiée d'intervention amnésiante, ce qui permet d'étudier chez les *Convoluta* les « maladies de la mémoire », tout comme Ribot chez l'homme, et leur « thérapeutique ». Outre l'étude psychologique de la « crainte de la marée », l'auteur ne recule pas même devant une étude « sociologique », et il étudie l' « imitation » chez les *Convoluta*, déclarant que « puisqu'elles vivent en colonies, on peut induire qu'elles ont conscience les unes des autres »!

sont singulièrement plus délicates que celles qui pouvaient suffire pour les simples oscillations d'éclairement des plantes, et L. Martin y a échoué. Mais l'analogie permet de prévoir des résultats analogues, et, en réalité, il s'agit ici encore d'un phénomène non tant de mémoire héréditaire, que de mémoire individuelle.

En effet, Martin, — c'est là le fait réellement important qu'il a mis en lumière, — a constaté que les individus jeunes recueillis sur la plage ne présentaient aucune persistance rythmique, et qu'il était nécessaire, pour que cette persistance se produisît, que les *Convoluta* aient d'abord été soumises un certain temps à l'alternance des marées.

En est-il de même pour les autres rythmes de marée qui ont été décrits? Des variations du comportement, corrélatives des oscillations de la mer, se rencontrent chez presque tous les animaux littoraux, étant donné que les conditions de vie sont très différentes pendant l'émersion et pendant l'immersion[1] : ces animaux ont en quelque sorte une vie en partie double, une vie aérienne et presque terrestre d'une part, une vie marine d'autre part. Mais, chez la plupart, il ne paraît y avoir aucune rythmicité induite par ces phénomènes périodiques, qui d'ailleurs présentent

1. Il peut exister, même pendant l'immersion, des réactions en rapport avec la marée, comme celle de l'émission par l'huître de ses embryons. Il s'agit là évidemment d'un phénomène trop rarement répété pour qu'il puisse être envisagé comme un rythme, et l'origine en est nécessairement héréditaire :

On a remarqué, en effet, que l'huître mère ne lançait son nuage d'embryons qu'à mer montante et jamais à mer descendante, ce qui permet aux jeunes huîtres de profiter des courants de marée pendant la courte durée de leur vie libre, pour aller se fixer sur la côte, au lieu d'être entraînées en pleine mer. (Cf. L. Joubin. Notes sur les gisements de mollusques comestibles des côtes de France. La région d'Auray. *Bull. de l'Inst. Océanographique*, 1907, n° 89, p. 11.)

de grandes irrégularités, parmi lesquelles certaines ne sont qu'apparentes comme celles qui sont fonction des phases de la lune et de l'attraction solaire, mais d'autres sont réelles et imprévisibles comme celles qui sont dues à l'action des vents, ou à la répercussion de tempêtes plus ou moins proches.

Dans ces conditions, on voit bien les animaux réagir en général d'avance, sans attendre l'apparition des phénomènes auxquels ils doivent s'adapter, mais en procédant par un phénomène d'anticipation qui, s'il est d'origine individuelle et non héréditaire, peut être considéré comme un cas de mémoire associative, la réaction étant provoquée par un facteur qui ne joue le rôle que d'un signe précurseur, que d'un signal.

Cependant G. Bohn a parlé d'une persistance rythmique d'enfoncement dans le sable et de sortie à la surface chez un annélide littoral, l'*Hediste diversicolor*, mais l'étude du phénomène n'a jamais été faite. Un rythme de marées a été décrit encore d'après le même auteur chez des mollusques, les littorines[1], et chez des actinies placées sur des rochers à de très hauts niveaux, appartenant à l'espèce la plus commune, *Actinia equina* L[2].

Mais ce dernier rythme, qui n'apparaîtrait que chez des individus peu nombreux, dans un habitat très élevé, et seulement dans certaines régions du littoral, semble en tout cas, s'il est réel, devoir être bien précaire et de durée très limitée. En quoi consisterait-il donc ?

1. G. Bohn. Attractions et oscillations des animaux marins sous l'influence de la lumière. *Mém. de l'Inst. gén. psych.*, avril 1905.

2. Il faut signaler encore des observations intéressantes d'Anna Drzewina sur les changements périodiques du signe du phototropisme de certains Pagures (*Clibanarius misanthropus*) suivant les oscillations des marées (A. Drzewina. Les variations périodiques du signe du phototropisme chez les Pagures misanthropes. *C. R. Acad. des Sc.*, 9 décembre 1907).

Les actinies, qu'on appelle dans le langage populaire des anémones de mer, sont en effet susceptibles de s'épanouir comme des fleurs en étalant des rangées de tentacules aux couleurs vives, semblables à des pétales, comme aussi de se refermer, de replier leurs tentacules et de resserrer un sphincter supérieur qui donne au cœlentéré l'aspect d'un bouton, d'un cône, par l'orifice supérieur duquel s'échappera en un fin jet, si l'on presse ce corps, l'eau gardée dans la cavité générale, aspect et phénomène qui valent encore à l'actinie les noms expressifs de « cul d'âne », et, en provençal, de « pissuso ».

Lorsque la mer vient recouvrir les emplacements de ces actinies, celles-ci s'épanouissent superbement, et étalent leur corolle tentaculaire; lorsque la mer descend et abandonne les rochers où elles sont fixées, elles se referment, et gardent précieusement leur eau, évitant une dessiccation qui pourrait être mortelle.

Même dans l'eau calme des mares laissées par la mer dans les rochers, les actinies qui s'y trouvent, et qui ne risquent pourtant point la dessiccation, se ferment jusqu'au retour de la mer, sous l'influence d'autres facteurs[1]. Dans leur habitat naturel, il est facile de voir que les facteurs actuels exercent leur influence à tout moment, et qu'ainsi on ne peut invoquer des rythmes spontanés des animaux, indépendants des conditions extérieures. C'est ainsi qu'en faisant couler un filet d'eau de mer sur une actinie laissée à sec et fermée, alors même qu'elle vient à peine d'être abandonnée par la mer, on la voit

1. H. Piéron. Contribution à la psychophysiologie des actinies. *Bull. de l'Inst. général psychol.*, 1906. — La réaction aux marées par anticipation réflexe chez *Actinia equina*. *C. R. Soc. de Biologie*, 1906, t. LXI, p. 658. — Des phénomènes d'adaptation biologique par anticipation rythmique. *C. R. Ac. des Sc.* 1907, t. CXLIV, p. 338

s'épanouir à nouveau tout comme elle s'épanouira plusieurs heures après au retour effectif de la marée. De même l'agitation de l'eau d'une mare où les actinies viennent à peine de se fermer provoque leur réouverture, tout comme si s'étaient déjà écoulées les quelques heures séparant du moment où le choc des vagues de la mer montante viendra exercer dans la mare une agitation analogue.

Mais nous avons vu déjà que, dans la nature, les rythmes paraissent toujours être fonction directe des oscillations périodiques des influences externes, et qu'il faut amener une certaine constance de ces influences pour que se révèle la tendance rythmique latente.

Or, en aquarium, on constate parfois des alternatives d'épanouissement et de fermeture; un double problème se pose alors : quels sont les facteurs, externes ou internes, qui régissent ces mouvements de sens opposé? Quelle est leur périodicité, et quels sont les facteurs de cette périodicité?

A cet égard une conception générale pourrait paraître vraisemblable : il y aurait, chez les actinies tout au moins, une rythmicité intrinsèque, dont l'origine, sans doute héréditaire, nous échappe plus ou moins, mais qui tendrait constamment à se manifester; les phénomènes extérieurs interviendraient pour diriger cette tendance, en quelque sorte, en lui attribuant une périodicité particulière, celle du rythme des marées pour les individus soumis aux alternances d'émersion et d'immersion, ayant le caractère particulier de pouvoir être héréditaire, et, en aquarium, telle ou telle autre, déterminée par des alternances régulières dans les conditions extérieures.

Pour justifier cette conception, on peut invoquer l'apparition de rythmes nycthéméraux chez les actinies qui ont perdu, hors de l'habitat naturel, la périodicité tidale, rythmes pouvant aussi bien comporter

d'ailleurs la fermeture la nuit et l'épanouissement le jour que les attitudes inverses[1].

§ 3. — LES RYTHMES NYCTHÉMÉRAUX.

Nous nous trouvons ainsi amenés à examiner, chez les animaux, la question du rythme nycthéméral, dont de nombreux exemples ont été donnés; et d'ailleurs le problème de la rythmicité fondamentale, qui s'est posé déjà une fois dans le débat de Semon et Pfeffer, se reposera encore à propos des phénomènes périodiques constatables chez les animaux supérieurs.

Le rythme nycthéméral existe chez certaines actinies avec la plus grande netteté; c'est le cas par exemple pour une Sagartiadée qui s'enfonce dans le sable, où elle se fixe après une pierre, une coquille, un corps solide quelconque, à une certaine profondeur, l'*Heliactis bellis* Th., très voisine de deux autres

1. Pour la question des rythmes chez les actinies, voir :
G. Bohn. Introduction à la psychologie des animaux à symétrie rayonnée. Les états physiologiques des actinies. *Bull. ae l'Inst. gén. physiol.*, 1907. — La persistance du rythme des marées chez l'*Actinia equina*. *C. R. Soc. de Biol.*, 1906, t. LXI, p. 661. — Le rythme des marées et la matière vivante. *Id.*, 1906, t. LXI, p. 708. — Le rythme nycthéméral chez les actinies, *Id.*, 1907, t. LXII, p. 473. — De l'influence de l'oxygène dissous sur les réactions des actinies, *Id.*, 1908, t. LXIV, p. 1087. — L'épanouissement des actinies dans les milieux asphyxiques, *Id.*, 1908, t. LXV, p. 317. — G. Bohn et H. Piéron. Le rythme des marées et le phénomène de l'anticipation réflexe, *Id.*, 1906, t. LXI, p. 680. — L. Lapicque. Sur les fonctions rythmiques des animaux littoraux soumis à l'alternance des marées, *Id.*, 1906, t. LXI, p. 707. — H. Piéron. De l'influence de l'oxygène dissous sur le comportement des invertébrés marins, *Id.*, 1908, t. LXIV, p. 886, 955, 1020, 1061, 1161. — La rythmicité chez *Actinia equina*, *Id.*, 1908, t. LXV, p. 726. — Des réactions de l'*Actinia equina* à la désoxygénation progressive du milieu, *Id.*, 1909, t. LXVI, p. 626.

actinies du même habitat, les *Sagartia troglodytes* et *S. viduata* (*Cylista undata* Andres et *C. viduata* Wr. P.) : cette actinie allonge sa colonne et vient épanouir à la surface du sable sa couronne tentaculaire qui n'est pas sans analogies avec une fleur de pâquerette double, mais elle semble ne le faire que la nuit; le jour elle reste rétractée, enfoncée dans le sable et invisible.

Mais ce rythme, décrit par Fleure et Walton[1], et que j'ai pu constater, est dû à l'influence directe de la lumière; et les épanouissements à l'obscurité aussi bien que les rétractions et enfoncements à la lumière s'obtiennent à n'importe quel moment : il n'y a pas de périodicité persistante, semble-t-il. De tels rythmes dus à la lumière peuvent exister sans doute chez d'autres actinies, bien que les faits me paraissent moins certains dans les cas qui ont été décrits par G. Bohn (*Tealia felina*, *Actinoloba dianthus*), et même chez *Actinia equina*.

Cette dernière, en effet, ne présente jamais de rythme nycthéméral dans son habitat naturel, quand celui-ci s'y prête, c'est-à-dire dans les mares littorales, contrairement à une supposition de Bohn. Quelquefois, après un certain temps de séjour dans une eau non renouvelée, il peut s'établir un rythme nycthéméral en aquarium; on obtient immédiatement ce même rythme en plaçant des algues vertes, des ulves, dans le récipient aux actinies : c'est que, dans les deux cas, il se produit à la lumière une assimilation chlorophyllienne, par les ulves, ou par la flore microscopique composée surtout de diatomées et progressivement développée dans le premier cas; or les actinies s'ouvrent quand augmente la teneur de l'oxy-

1. H. J. Fleure et C. L. Walton. Notes on the habits of some Sea anemones. *Zoologischer Anzeiger*, 8 février 1907, t. XXXI, 212-220.

gène dissous et se ferment quand cette teneur diminue[1].

Mais les rythmes ne se manifestent pas comme durables lorsque le milieu devient constant, la constance du milieu étant d'ailleurs difficile à réaliser par suite de la respiration des animaux, qu'on doit garder en milieu limité. Chez des *Actinia* douées du pouvoir d'assimiler le carbone de l'acide carbonique, sans doute par association avec des zoochlorelles, comme on le constate chez les anémones de mer dont on connaît les magnifiques tentacules, les *Anthea cereus* (*Anemonia sulcata*), Bohn aurait constaté des épanouissements dès le lever du jour, avec des teneurs encore extrêmement faibles d'oxygène, mais qui, naturellement, s'accroissaient déjà sous l'influence de la lumière. En revanche il existerait des rythmes à épanouissement nocturne relevant bien de l'influence de la lumière.

Je n'ai pu pour ma part constater un tel rythme que dans un cas spécial où je pus mettre en évidence que le facteur principal était la température, la fermeture étant provoquée par la chaleur dans la journée.

Mais, quel que puisse être, dans les divers cas, l'agent extérieur soumis à une périodicité naturelle, et provoquant des réactions rythmiques, c'est la persistance de ces rythmes qui constitue la question capitale. Or elle paraît bien faire défaut, ou, en tout cas, il s'agit d'une persistance de tendances trop faibles pour s'expliciter spontanément en des actes ; c'est alors par la plus ou moins grande soumission de l'actinie à tel ou tel facteur de fermeture ou d'épanouissement qu'on est conduit à présumer la tendance latente. Mais on ne peut guère par ce moyen arriver à des résultats

1. H. Piéron. De l'influence réciproque des phénomènes respiratoires et du comportement chez certaines actinies, *C. R. Ac. des Sc.*, 21 décembre 1908.

certains, car les conditions de milieu sont très complexes, et les réactions présentent normalement de fréquentes irrégularités. Il faut un travail de divination en quelque sorte, où l'hypothèse du rythme latent s'impose d'une façon dangereuse quand on est convaincu — surtout si l'on a un esprit imaginatif — que tout le passé d'un animal et de ses ancêtres est écrit dans son protoplasme et qu'ainsi un rythme vécu ne peut plus jamais s'effacer entièrement.

Certes, l'idée qu'un être vivant est fonction de tout son passé est théoriquement très juste ; mais, pratiquement, si l'on veut faire œuvre de science, on doit considérer comme disparue toute influence qui ne se manifeste plus, parce que tout se passe à ce moment comme si elle était disparue. En réalité, tout se passe en général, chez les actinies, comme si les rythmes déterminés dans tels ou tels cas n'étaient pas véritablement acquis, ce qui ne veut pas dire qu'il n'y ait pas de mémoire chez les actinies, car nous savons au contraire qu'on y peut déceler des phénomènes de mémoire plus complexes.

Mais, si des systèmes déterminés ne paraissent pas en général véritablement acquis, ne peut-il y avoir, en revanche, en particulier chez *Actinia equina*, une rythmicité intrinsèque ? Les actinies, souvent, ne restent pas, dans des conditions qui paraissent sensiblement constantes, toujours fermées ou toujours ouvertes, mais s'ouvrent ou se ferment sans raison apparente, irrégulièrement, et les irrégularités ne semblent pas d'ailleurs pouvoir se résoudre par l'intervention combinée de rythmes à périodicité différente.

On pourrait invoquer une alternance de repos et d'activité conforme aux conséquences de la loi physiologique d'usure fonctionnelle, mise en lumière par Claude Bernard. Mais on peut, en certains cas, obtenir de si longues périodes pendant lesquelles des actinies restent indéfiniment épanouies (une fermeture persis-

tante ne pouvant être invoquée, car le repos continuel est toujours possible, si le travail ne l'est pas) que l'hypothèse la plus probable, si des facteurs externes ignorés n'agissent pas pour provoquer ces réactions inattendues, c'est qu'il peut y avoir une persistance rythmique, mais vague, sans périodicité précise, comme un phénomène de mémoire individuelle confuse. De rythmicité intrinsèque, héréditaire ou fondamentale, nous ne voyons aucune manifestation véritable.

Aussi ne doit-on pas accepter d'emblée l'opinion de Loeb sur la périodicité profonde, dont il trouve un exemple dans les « états de sommeil », chez des méduses présentant un phénomène oscillatoire qu'il mentionne en ces termes : « On a signalé que, dans les mers polaires, certaines méduses continuent à exécuter leurs changements de niveau quotidiens, même quand le soleil ne se montre pas. Il ne peut être question ici d'une variation du frottement interne, ni d'un effet de la lumière ou de la chaleur sur le sens de l'héliotropisme ; je pense qu'il s'agit plutôt ici d'états de sommeil périodiques, analogues à ceux qu'on observe chez les papillons et chez beaucoup de plantes [1] ».

Loeb invoque dans ce cas un mécanisme différent de celui qui lui paraît expliquer les phénomènes de descente diurne et d'ascension nocturne du plankton dans les conditions normales, mécanisme consistant en une variation du phototropisme, positif pour la faible intensité lumineuse de la nuit, et négatif pour l'intensité lumineuse excessive du jour. Mais peut-être, car le plankton se déplace avec les courants, ne trouve-t-on, dans les mers polaires, qu'un rythme persistant, acquis dans des régions plus méridionales.

1. Loeb. *La Dynamique des phénomènes de la vie*, trad. fr., 1908, p. 249 (en note).

D'ailleurs, même chez les papillons, les alternances de veille et de sommeil ne paraissent pas du tout constituer une périodicité organique intrinsèque, bien que Loeb cite cet exemple comme caractéristique d'une telle périodicité.

Morgan a constaté, en effet, que, pour les papillons de jour ou les papillons de nuit, on obtenait la persistance du sommeil diurne ou nocturne dans des conditions constantes d'éclairement, à l'obscurité continue, par exemple, mais que ces alternatives disparaissaient au bout de quelques jours, tout comme celles qui sont induites chez les plantes, d'après les expériences de Pfeffer, que Morgan a refaites et pleinement confirmées [1].

On est conduit à penser que, chez les papillons, le rythme n'est pas une nécessité, pas plus que chez les actinies ou chez les végétaux, et que le mot de sommeil ne doit pas avoir chez eux le même sens biologique que chez les animaux supérieurs, où la rythmicité est une obligation à laquelle l'organisme ne peut se soustraire.

L'alternance dans l'activité et le repos serait fonction directe de l'alternance des conditions de milieu, tout comme les autres phénomènes périodiques dont nous avons déjà signalé des exemples, auxquels on peut en ajouter un curieux dû à Keeble et Gamble [2] :

Une crevette, l'*Hippolyte varians* (*Virbius varians*) possède une coloration éminemment variable, mais dont les variations, en outre de celles qui sont pro-

1. Th. H. Morgan. *Evolution and Adaptation*, 1903, ch. xi, p. 383. — En outre, Hachet Souplet signale avoir obtenu l'inversion de l'activité chez des papillons diurnes, s'habituant à voler la nuit. (La psychophysique et la notion de tropisme, *Bull. de l'Inst. général psychol.*, 9e année, no 2, 1909, p. 319-337.)

2. J. W. Keeble et F. W. Gamble. Psychologie de la coloration chez *Hippolyte varians*. *Bull. du Muséum*, 1900, t. XI, p. 185-188.

voquées par l'action de divers facteurs, sont périodiques : la livrée diurne est rouge jusque vers le coucher du soleil, puis la couleur devient à la tombée de la nuit bleu d'azur ou bleu vert pâle, caractéristique de la livrée nocturne, pour passer brusquement au rouge au lever du soleil. Les crustacés, aveuglés, présentent encore le même rythme nycthéméral, d'où on serait tenté de conclure à une action directe de la lumière : seulement, on doit être rendu prudent, à cet égard, par le fait que, à obscurité constante, les variations s'observent encore sensiblement aux mêmes heures.

Mais combien de temps pourrait-on observer cette périodicité dans des conditions de milieu invariables? C'est ce que ne disent pas les auteurs, qui ne semblent pas vouloir faire appel à un phénomène de mémoire individuelle plus que dans leurs observations sur les *Convoluta*, et invoquent ici la périodicité intrinsèque de façon bien hâtive, alors que l'interprétation la plus probable paraît devoir être la même que celle de Pfeffer et de Morgan pour les phénomènes qu'ils ont étudiés.

L'hypothèse du rythme acquis pourrait peut-être expliquer aussi la persistance des colorations périodiques à l'obscurité permanente ou même chez les animaux aveuglés, bien que l'aveuglement ne soit pas équivalent, à coup sûr, à l'absence de toute action de la lumière. C'est cette dernière raison qui empêche, d'ailleurs, de considérer avec certitude comme relevant d'une persistance rythmique le fait suivant, décrit par Bateson[1] : un petit crabe, l'*Eurynome aspera*, qui ne cherche jamais sa nourriture dans le jour, mais reste enfoncé dans le sable et ne sort que la nuit, à partir du crépuscule, continue à le

1. W. Bateson. Notes on the Senses and Habits of some Crustacea, *Journal of the Marine Biological Association*, 1889-1890, N. S., t. I, p. 211-214.

faire, sans qu'on ait déterminé si cette persistance était indéfinie, alors même qu'il a été aveuglé par extirpation des deux yeux.

§ 4. — LES RYTHMES SAISONNIERS.

Si la plupart de ces rythmes ont une périodicité totale de vingt-quatre heures, cela tient à l'alternance extrêmement importante provoquée par la rotation de la terre. Mais nous avons vu qu'on pourrait engendrer des oscillations de très petite durée, une demi-heure ou un quart d'heure. Des oscillations de périodicité beaucoup plus longues peuvent se manifester aussi dans l'activité des animaux. C'est ainsi que les hirondelles, comme Milne Edwards l'a signalé[1], présentent encore une tendance aux migrations, à l'approche de l'hiver, alors que, placées dans des serres chaudes, elles n'auraient aucun indice permettant de présager la venue des froids. De même encore, la marmotte qui, au lieu de fuir comme l'hirondelle vers des régions plus douces, moyen qui est plus à la portée des oiseaux que des mammifères, résiste à la disette de l'hiver en s'endormant aux premiers froids pour ne reprendre l'activité normale qu'au retour du printemps, lorsqu'on la garde dans un lieu bien chauffé et qu'on lui fournit de la nourriture en abondance, manifeste une tendance à s'endormir néanmoins, comme les autres hibernants, quand l'époque habituelle arrive. Mais cette tendance n'est pas entièrement suivie d'effet, et, du moment qu'il continue à faire chaud, et, surtout que la nourriture ne fait pas défaut, l'animal se décide très bien à rester éveillé.

Ce sont là des rythmes saisonniers, qui ne semblent pas s'imposer aux animaux et déterminer leurs actes,

1. Milne-Edwards. *Leçons sur l'Anatomie et la Physiologie comparées*, t. XIV, p. 9.

mais qui fournissent en quelque sorte des indications et donnent un « sens du temps » qu'on ne peut guère expliquer, chez l'homme même, que par des phénomènes périodiques, psychiques ou organiques, et dont l'influence peut s'exercer sur les phénomènes mentaux, comme Gley l'a très justement indiqué [1].

Et cela nous conduit à examiner aussi ces rythmes organiques, dont la psychologie ne peut, certes, se désintéresser, en rappelant seulement qu'il existe des phénomènes bien curieux de périodicité mentale, alternatives de dépression et d'excitation dont l'exagération pathologique se rencontre chez des malades dits circulaires, étiquetés aujourd'hui sous la rubrique de la folie maniaque dépressive, phénomènes dont l'origine est peut-être dans des rythmes organiques généraux [2].

1. Gley. L'appréciation du temps dans le sommeil. *Intermédiaire des Biologistes*, 10 mars 1898, t. I, n° 10, p. 228.

2. Des phénomènes oscillatoires extrêmement typiques ont été fréquemment signalés dans l'attention sensorielle; on en a noté aussi dans divers tropismes (Cf. Romuald Minkiewicz. L'apparition rythmique et les stades de passage de l'inversion expérimentale du chlorotropisme des pagures. *C. R. Ac. Sc*., 14 déc. 1908, p. 1338-1340.)

CHAPITRE III

LES RYTHMES ORGANIQUES

§ 1. — COMPLEXITÉ DES RYTHMES ORGANIQUES.

Les phénomènes périodiques sont tellement nombreux dans l'organisme des vertébrés supérieurs que Boldireff a pu les comparer à ceux des rouages d'un chronomètre, dont les secondes seraient données par les battements cardiaques, les minutes par les mouvements respiratoires et les heures par le travail périodique de l'appareil digestif et sécrétoire (maxima toutes les deux heures environ dans les contractions stomacales, les mouvements péristaltiques de l'intestin, les sécrétions biliaire, pancréatique, intestinale, etc.); les mois même ont leur périodicité représentée par l'activité des glandes génitales chez les femelles, et, quant aux jours, la périodicité de l'activité mentale en marque bien le rythme, avec en outre une oscillation générale de la température, de la vitesse du pouls, de l'intensité de la pression sanguine[1].

1. Boldireff. *Archives des Sciences biologiques*, 1905, n° 1, p. 1. — H. Piéron. La question des rythmes spontanés et des phénomènes d'anticipation en biologie. *C. R. de la Soc. de Biologie*, 1907, t. LXII, p. 16. — On trouvera, dans Howard D. Marsh (The diurnal course of Efficiency. *Archives of Philosophy, Psychology and Scientific Methodes*, juillet 1906, n° 6), une exposé général des phénomènes périodiques dans l'activité humaine.

D'autres oscillations périodiques peuvent être mises en évidence, comme les courbes de Traube-Hering dans les phénomènes vaso-moteurs, sensiblement plus lentes que les ondulations d'origine respiratoire appréciables également sur les graphiques de pression sanguine (qu'on appelle aussi souvent courbes de Traube-Hering, ce qui est une source de confusion), ou comme les alternances régulières dans l'intensité et la rapidité des contractions réflexes suscitées par des stimulations périphériques et qu'a constatées G. Fano[1].

Mais tous ces rythmes sont-ils homogènes[2]? Leur origine peut être, soit dans une périodicité propre des centres nerveux, soit dans l'apparition périodique de facteurs que le phénomène provoqué annihile mo-

1. G. Fano. Contribution à l'étude des réflexes spinaux. *Arch. ital. de Biologie*, 1903, t. XXXIX, p. 85-128.

2. Pour Darwin, beaucoup de rythmes auraient une origine lointaine, mais dépendraient, en dernière analyse, d'alternances cosmiques (*La descendance de l'homme*, trad. fr., t. I, 1872, p. 229) :

« Toutes les fonctions vitales, dit-il, tendent à suivre leur cours à des périodes fixes et récurrentes, et chez les animaux côtiers les périodes ont probablement dû être lunaires ; car ils ont dû être à sec ou couverts d'une grande profondeur d'eau, — pourvus d'une nourriture abondante ou en étant sevrés, — pendant d'innombrables générations, à des intervalles lunaires réguliers. Si donc les vertébrés descendent d'un animal allié aux Ascidiens existants, le fait mystérieux que chez les vertébrés supérieurs et actuellement terrestres pour ne pas mentionner d'autres classes, beaucoup de phénomènes vitaux, normaux et anormaux, correspondant aux périodes lunaires, devient intelligible. Une période récurrente, une fois admise avec la durée convenable, ne serait pas, autant que nous en pouvons juger, sujette à changements ; elle pourrait donc être transmise telle quelle pendant un nombre quelconque de générations. »

A propos de ce passage, on peut d'ailleurs remarquer que l'idée d'une certaine constance dans les conditions de vie des vertébrés terrestres, constance d'origine marine, se trouvait nettement conçue par Darwin. Cette idée a-t-elle gagné à être exagérée comme elle l'a été dans ces derniers temps ?

mentanément, comme en pourrait donner exemple un vase rempli d'une façon continue par un robinet, mais avec un large siphon d'écoulement s'amorçant lorque l'eau atteint un niveau donné, et vidant le vase presque instantanément, en sorte que l'évacuation s'effectue suivant un rythme régulier.

C'est ainsi que l'acide carbonique constamment produit par la combustion de l'oxygène, qui est nécessaire à la conservation de la vie dans les tissus, s'accumule dans le sang et, agissant sur les centres respiratoires bulbaires, provoque une aspiration d'air avec expiration, qui renouvelle l'oxygène et élimine l'acide carbonique jusqu'à ce qu'une nouvelle accumulation provoque à nouveau un acte respiratoire. Ce rythme régulier de la respiration, qui s'appelle rythme de Cheyne-Stokes, n'apparaît d'ailleurs que dans des cas rares, lorsqu'est suspendue l'action du cerveau, dans l'agonie par exemple, dans le sommeil profond parfois, ou dans l'anencéphalie; on l'a signalé également dans l'hystérie. Mais, normalement, la respiration précède le besoin respiratoire par un phénomène d'anticipation intéressant, et le rythme, très variable, paraît dans ce cas spontané et révèle une périodicité propre des centres nerveux, à laquelle on attribue souvent aussi la périodicité des battements cardiaques.

§ 2. — LES RYTHMES NYCTHÉMÉRAUX.

Il semble bien que, dans les phénomènes organiques, on trouve des rythmicités intrinsèques; malheureusement, ces phénomènes sont difficiles à analyser et ne l'ont guère été. Mais c'est une erreur de croire que, pour toutes les alternances périodiques que nous avons signalées, il en doive être de même. Il n'en est pas ainsi, en particulier, pour les variations nycthémérales du pouls, de la température

et de la pression sanguine, quoi que l'on soutienne généralement à cet égard[1].

C'est surtout la périodicité de la température dont la courbe présente des différences d'environ un degré entre le maximum de l'après-midi et le minimum de la nuit, qui a été l'objet d'étude.

En 1875, pour la première fois, les physiologistes se demandèrent s'il était possible, en renversant les conditions habituelles de vie, en employant la nuit pour ses occupations et en dormant dans la journée, de reporter au matin le maximum thermique de l'après-midi; et Delczinski aurait constaté ce renversement chez les boulangers[2]; Maurel essaya sur lui-même cette expérience, mais dut renoncer à la poursuivre, dès le troisième jour, trop fatigué par son essai; il obtint en revanche le renversement chez les lapins[3]. Mais le fait ne fut généralement pas admis, à cause surtout d'expériences d'Ugolino Mosso, qui échoua dans une tentative personnelle de quatre jours dont il resta très fatigué, et d'où il conclut « que l'on ne peut pas impunément intervertir la veille »[4].

C'est pourquoi Richet admit l'intervention d'une oscillation propre de l'énergie du système nerveux. Mais reprenant ces expériences avec Toulouse sur des

1. Voir, pour ces variations, parmi les nombreux travaux publiés : Ch. Richet. *La Chaleur animale*, et art. Chaleur in *Dictionnaire de Physiologie*. — Binet et V. Henri. Variations du pouls capillaire, in *Année Psychologique*, t. III, p. 10 sqq. — Colombo. Recherches sur la pression du sang chez l'homme, in *Travaux du Laboratoire de Physiologie de l'Université de Turin*, 1908, p. 1-25.

2. Cf. Rosenthal. Die Physiologie der Thierischen Wärme, in Hermann's *Handbuch der Physiologie*, t. IV, 1880, p. 289-452.

3. Maurel. *Recherches expérimentales sur les causes de l'exagération vespérale de la température normale*, 1889.

4. U. Mosso. Recherches sur l'inversion des oscillations diurnes de la température normale. *Arch. ital. de Biologie*, 1888, t. VIII, p. 177-185.

infirmières chargées d'un service de veille pendant la nuit, nous avons pu constater, non seulement la réalité de l'inversion du rythme nycthéméral de la température, mais la manière dont elle s'établissait[1] : ce n'est qu'au bout de trente à quarante jours au moins que le rythme se trouve complètement renversé, et le renversement est progressif, par avance

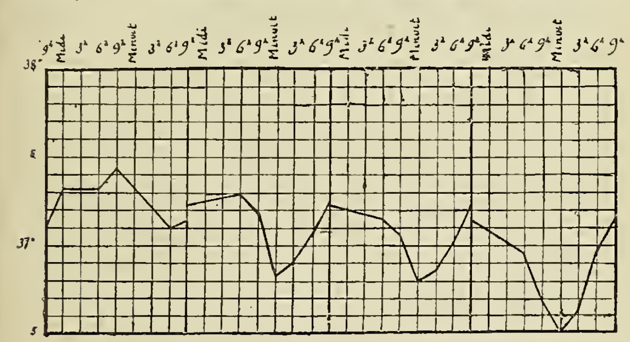


Fig. 3. — *Courbe nycthémérale de la température rectale chez un sujet pendant quatre semaines.* — I, courbe moyenne de la première semaine (vie normale) ; II, III, IV, courbes moyennes des trois semaines suivantes (pendant l'inversion des conditions de vie, avec sommeil le jour). On voit l'ascension de la courbe durant le jour s'atténuer et se transformer en une descente qui s'accentue.

ou par retard continu, du maximum ou du minimum. (Fig. 3.) Aussi les échecs de Maurel et Mosso n'ont-ils rien d'étonnant.

Le fait de l'inversion prouve que le rythme est fonction des conditions de vie, de l'activité physique et mentale, qui, normalement présente son maximum à un moment déterminé par les conditions cos-

1. E. Toulouse et H. Piéron. Le mécanisme de l'inversion chez l'homme du rythme nycthéméral de la température. *Journal de Physiologie et de Pathologie générale*, mai 1907, n° 3, p. 425-440.

miques, c'est-à-dire par l'éclairement solaire, mais avec modifications d'origine sociale, entraînant ce fait que le maximum se produit bien plus tard dans les villes que dans les campagnes; on ne peut donc invoquer une périodicité fondamentale.

Et, en revanche, les difficultés, la lenteur de l'inversion indiquent que le rythme a bien été acquis, qu'il tend à persister dans sa périodicité, s'opposant à l'établissement de la périodicité nouvelle, en sorte qu'à chaque instant il s'établit un compromis entre l'action passée, le souvenir, de plus en plus faible, et l'action actuelle de plus en plus forte. Et tout se passe de même lorsqu'on rétablit les conditions primitives de vie et qu'on provoque une réinversion du rythme : on saisit donc pleinement un phénomène d'acquisition individuelle.

Mais, malgré la persistance qui a été mise en lumière, l'inversion peut cependant se réaliser, sans qu'on s'en doute, en certains cas. C'est ainsi qu'au cours d'un voyage de Melbourne en Angleterre, A. Osborne a constaté que le maximum thermique se déplaçait progressivement de manière à rester à peu près constant vis-à-vis de l'heure locale, jusqu'à réaliser l'inversion complète: parti le 6 octobre, avec maximum à 5 heures 1/2-6 heures du soir, il avait encore son maximum le 25 novembre à cette même heure, qui correspondait à 4 heures du matin au point de départ[1]. Mais l'auteur croit néanmoins à la périodicité organique fondamentale, se basant sur l'absence d'inversion parfaite dans la courbe thermique des veilleurs, et ignorant encore les résultats tout à fait contraires de nos recherches.

La dépendance de ce rythme vis-à-vis des conditions de vie, comme sa persistance en l'absence des

1. A. Osborne. Body temperature and Periodicity, in Proceedings of the Physiological Society of 25 juin 1908, in *Journal of Physiology*, 28 février 1908, t. XXXVI, n° 6, p. XXXIX.

facteurs responsables, est d'ailleurs démontrée encore avec une grande netteté par les expériences sur le singe de Galbraith et Simpson[1] : les auteurs placèrent à l'obscurité un singe, dans des conditions de milieu parfaitement constantes et monotones; au début ils purent constater la persistance des oscillations thermiques nycthémérales, mais peu à peu ces oscillations s'atténuèrent, s'effacèrent, et enfin s'éteignirent : la courbe journalière de la température était devenue une droite.

Ces résultats sont identiques à ceux de Pfeffer avec l'acacia; les phénomènes sont donc bien de même ordre : il s'agit d'une acquisition individuelle relativement peu durable. Et Colombo a noté des persistances très analogues dans la variation de la pression; la pression monte après les repas, mais, si on change l'heure du repas, l'augmentation de pression aura lieu, au début, à l'heure habituelle.

On voit que ces phénomènes mettent en évidence une rythmicité induite; cette rythmicité peut-elle se généraliser? Il est possible que certaines périodicités soient d'origine analogue, mais il paraît bien y avoir des rythmes essentiels dus au fonctionnement, comme celui de la respiration de Cheyne-Stokes, par exemple, et dont la persistance, tant que la vie dure, est une nécessité physiologique.

C'est dans ces derniers rythmes qu'on rangeait en général celui du sommeil et de la veille, du moins chez les animaux supérieurs, car nous avons dit qu'on donnait ces noms par analogie à des phénomènes induits, chez les végétaux par exemple. Mais certaines conceptions du sommeil tendent à en faire un phénomène périodique de même nature que le

1. J. Galbraith et Sutherland Simpson. Temperature range in animals and birds (Commun. au VIe Congrès int. de Physiologie). *Archives internationales de Physiologie*, 1904, t. II, n° 1, p. 84.

sommeil hivernal : on s'endort, dit Claparède[1], dans la mesure où on se désintéresse ; et le besoin de sommeil, c'est-à-dire la « réaction de désintérêt » apparaît à heures à peu près fixes quand on a une vie régulière, par habitude, c'est-à-dire par une périodicité acquise, par un rythme-souvenir ; il en est de même du besoin de manger, de la sensation de faim, qui apparaît à l'heure où on a l'habitude de se mettre à table, par une périodicité qui joue un rôle très important dans le sens du temps, chez l'homme et surtout chez les animaux, comme maints exemples en font foi.

Mais si cette conception paraît assez exacte pour notre sommeil quotidien, qui n'est pas nécessaire au point qu'un intérêt suffisant ne puisse le supprimer ou du moins l'ajourner, — comme la chaleur et la nourriture peuvent rendre inutile le sommeil hibernal, — il n'en est pas ainsi de tout sommeil, ainsi que je l'ai rappelé déjà[2].

En effet, on ne peut, comme la marmotte peut se passer en totalité de sommeil saisonnier, se passer entièrement de sommeil journalier, sous peine de mort, et c'était, paraît-il, un des supplices les plus cruels usités autrefois en Chine que celui qui consistait à prolonger l'insomnie du condamné en lui chatouillant à propos la plante des pieds, supplice dont l'issue était fatale, comme est fatale l'issue de l'insomnie expérimentalement imposée à des animaux.

Notre rythme du sommeil est sans doute, comme notre rythme respiratoire, dû à une périodicité céré-

1. E. Claparède. Esquisse d'une théorie biologique du sommeil. *Archives de Psychologie*, février-mars 1905, t. IV, n° 15-16, p. 246-349. — La fonction du sommeil. *Rivista di Scienza*, 1906, t. III.

2. H. Piéron. Le sommeil comme phénomène de « convergence » physiologique. *Rivista di Scienza*, 1907, t. V.

brale qui anticipe sur l'action des facteurs internes dont la périodicité propre apparaîtrait sans cela, comme dans le rythme de Cheyne-Stokes, avec cette différence qu'on conçoit l'acquisition du rythme quotidien du sommeil, déterminé par l'alternance du jour et de la nuit, tandis que l'origine du rythme, d'ailleurs variable, de la respiration normale, nous échappe.

Mais on comprend que, dans les phénomènes organiques, puissent persister, masqués, couverts par des oscillations périodiques plus rapides, des rythmes constitutionnels tenant au fonctionnement même de la vie[1].

1. Certains auteurs exagérant cette propriété, considèrent le rythme, la périodicité, comme la caractéristique propre de la vie, signalant d'ailleurs des faits intéressants concernant le retour, chez des aliénés de toute sorte, de gestes, attitudes, mots, phrases, etc. stéréotypés et réapparaissant périodiquement à intervalles assez réguliers (N. Vaschide et Cl. Vurpas. Le rythme vital. *C. R. Acad. des Sc.*, 3 novembre 1902).

Tous les phénomènes rythmiques ne sont pas liés en tout cas au système nerveux, comme on peut en trouver un exemple, entre autres, dans le fait, dont le mécanisme intime reste malheureusement inconnu, des mouvements spontanés périodiques de muscles de grenouille placés en solution saline, signalés déjà par Biedermann (*Sitzungsberichte der Wien. Akad.*, 1880, t. LXXXI) et par Ringer (*Journal of Physiology*, t. VII, p. 291). Malgré Samojloff (*Arch. für Physiol.*, 1908, p. 145), la périodicité apparaît très régulière.

Cf. à cet égard David Franz Harris. The periodicity of stricted muscle immersed in Biedermann's fluid; et G. R. Mines. On the spontaneous rhythmic movements of the frog's sartorius immersed in saline solutions. Proceedings of the Physiological Society du 20 juillet 1907 et 16 mai 1908, in *Journal of Physiology*, 27 août 1907, t. XXXVI, n° 1, p. XVIII, et juin 1908, t. XXXVII, n° 2, p. XXXV.

§ 3. — CARACTÈRES GÉNÉRAUX DES PERSISTANCES RYTHMIQUES.

Les rythmes intrinsèques où se note l'alternance fondamentale de l'activité fonctionnelle qui use et du repos qui répare, ont en réalité, comme nous avons pu le voir dans cet exposé, une place relativement minime, eu égard à la quantité de phénomènes périodiques qu'on peut mettre en évidence; et dans ces phénomènes, l'intervention d'une persistance héréditaire, malgré Semon, est loin d'être la règle ; elle est même la plupart du temps douteuse, tandis que les faits d'acquisition individuelle, les exemples de mémoire, sont extrêmement nets, extrêmement nombreux, avec une identité profonde et remarquable du haut en bas de l'échelle des êtres.

Enfin, parmi les caractères généraux qui se manifestent dans ces phénomènes de mémoire rythmique, on doit noter que l'acquisition est rapide, le nombre de répétitions nécessaires pour engendrer un nouveau rythme étant toujours très limité. Et, d'autre part, l'acquisition atteint très rapidement une valeur maxima qui ne peut guère être dépassée. En effet, la durée de persistance d'un rythme, toujours assez courte, est à peu près la même quand la périodicité inductrice s'est prolongée pendant de longues périodes. et quand elle a été limitée à un petit nombre de répétitions. On a pu le voir en particulier dans les expériences de Pfeffer où des rythmes de six en six heures des feuilles d'acacia, après des alternances d'obscurité et de lumière de quelques jours, étaient aussi tenaces que les rythmes de douze en douze heures engendrés par une alternance cosmique incessante, et que, dans ses vues théoriques, Semon croyait devoir indéfiniment persister.

Cette limitation très rapide du pouvoir d'acquisi-

tion des rythmes-souvenirs est tout à fait caractéristique, et leur amortissement progressif tout à fait net.

Dans les formes les plus élevées de la mémoire, l'action répétée d'un même phénomène engendre au contraire des souvenirs de plus en plus profonds, bien que les progrès nouveaux soient de plus en plus difficiles à obtenir. Mais, entre la forme élémentaire du rythme et la forme supérieure de l'image, bien des intermédiaires trouvent place, qui relient de façon continue ces termes extrêmes.

LIVRE DEUXIÈME

LA MÉMOIRE CHEZ LES ANIMAUX

CHAPITRE I

LES MÉTHODES DE RECHERCHES

§ 1. — INSUFFISANCE DE L'ÉTUDE PAR ACQUISITION DES RYTHMES.

Nous avons vu, dans les phénomènes rythmiques présentés par un grand nombre d'êtres vivants, des exemples incontestables en certains cas d'une persistance, chez des individus donnés, de phénomènes passés, et nous nous sommes ainsi trouvés en possession d'une méthode d'étude de la mémoire permettant l'expérimentation : en soumettant un être à des excitations régulièrement espacées et provoquant une réaction déterminée, il est possible de chercher si, après cessation des excitations, les réactions apparaîtront encore, et, chose qui n'a guère été faite mais qui le sera certainement dans l'avenir, étant donnée sa réelle importance, il est possible également, en déterminant le nombre d'excitations répétées susceptibles de provoquer des réactions persistantes, et le nombre de ces réactions, d'établir des courbes d'acquisition des rythmes-souvenirs, le nombre des excitations

étant par exemple porté sur la ligne des abscisses et le nombre des réactions persistantes sur celle des ordonnées.

Mais cette méthode ne donne pas toujours de résultat, et il est bien évident que l'insuccès n'est pas nécessairement dû à une absence de mémoire, car c'est justement chez les organismes les plus complexes qu'on est le plus exposé aux échecs. Seulement le rythme-souvenir implique des conditions de vie très sensiblement constantes pour qu'il puisse se manifester, et son absence ou sa disparition plus ou moins hâtive, lorsqu'il paraît s'esquisser, peuvent être dues à l'influence des circonstances, plus forte que celle de la tendance persistante.

Autant il serait dangereux d'affirmer l'existence de telles tendances latentes que rien ne révèle, autant il serait puéril de les nier dogmatiquement; nous ne pouvons que les ignorer. Et il faut bien nous dire qu'alors même qu'un souvenir nous apparaît disparu, sa disparition semble bien n'être que toute relative en général, car en certains cas il est possible de le révéler encore par certains artifices. Pour prendre un exemple familier à tous, lorsqu'on a appris une pièce de littérature et qu'on l'a complètement oubliée, du moins à ce qu'on croit, si l'on veut l'apprendre à nouveau, on arrive à la retenir en un temps bien moindre que la première fois, ce qui prouve clairement que le souvenir n'en était pas entièrement perdu.

Quand nous cherchons à préciser l'évanouissement d'un souvenir, nous considérons cet évanouissement comme total à un certain moment alors que, si le phénomène nous échappe dès lors, il n'en persiste pas moins encore pendant une durée que certains déclarent indéfinie, que d'autres soutiennent limitée, mais qu'en réalité nous ne pouvons absolument pas déterminer. Il y a donc une erreur systématique

dans nos études de mémoire, mais comme il paraît bien certain que l'évanouissement apparent des souvenirs n'est qu'un point particulier et déterminé de la courbe d'évanouissement réel, nos études sont néanmoins valables.

Il existe d'ailleurs, pour tous les phénomènes persistants, un moment où nous ne pouvons plus suivre la marche de l'évanouissement. Quand une onde sonore s'amortit, si l'oreille cesse de la percevoir alors que des moyens d'investigation plus perfectionnés la révèlent encore, ces moyens eux-mêmes à des moments donnés deviendront insuffisants, d'autant plus tôt qu'ils seront moins sensibles, mais nous ne croirons pas encore la disparition définitive, et tout permet de penser qu'un nouveau dispositif reculerait encore la limite, et que le moment du retour à l'équilibre parfait nous échappe toujours.

Lors donc que les oscillations d'un rythme s'amortissent, le moment de leur disparition apparente est une donnée sûre pouvant être mise en rapport avec le phénomène inducteur, tout comme on peut comparer à l'intensité d'une source sonore le moment de l'évanouissement des ondes, enregistrées par les déplacements d'une membrane vibrante toujours la même.

Mais, évidemment, si, dans une expérience de ce dernier genre, il se produit des courants d'air ou si d'autres sons viennent provoquer des rencontres d'ondes, les résultats seront viciés. De même, des facteurs externes peuvent changer le point d'évanouissement d'un rythme, et de telles causes d'erreur doivent être soigneusement évitées.

Plus grave est l'intervention de facteurs internes imprévus qui peuvent inhiber un rythme et provoquer sa disparition brusque : une étude précise n'est dès lors plus possible. Si un prisonnier — pour choisir immédiatement un fait d'une extrême com-

plexité — regarde tous les jours à la même heure à travers les barreaux de sa cellule, passer une ronde de gardiens, il pourra le faire encore, alors même que la ronde sera supprimée; mais la répétition de l'acte cessera plus ou moins tôt sans qu'on puisse y voir un signe d'acquisition plus ou moins forte du rythme-souvenir, car la cessation rapide pourra être due à la réflexion que la ronde est supprimée ou changée d'heure, et il pourra même ne jamais y avoir de répétition si le prisonnier entend parler d'avance de la suppression de la ronde.

Le procédé d'étude de la mémoire par l'acquisition des rythmes est donc dangereux et impraticable dès qu'on s'adresse à des êtres dont l'activité est un peu complexe, et les échecs ne permettent en aucun cas de nier l'existence de la mémoire.

§ 2. — L'ADAPTATION ET L'ACQUISITION DES HABITUDES.

Quelles sont donc les méthodes nouvelles qui permettront des investigations plus heureuses dans la série animale?

L'observation permettra de constater, et l'expérimentation pourra confirmer l'existence de modifications dans les réactions des animaux soumis à des excitations répétées. La conduite d'un animal, sa manière d'être et de réagir, son comportement, variant suivant son passé, immédiat ou lointain, pourra manifester par là même une persistance mnémonique, si du moins le mécanisme des modifications ne s'oppose pas à cette interprétation.

Et ainsi les phénomènes d'adaptation individuelle relèvent, au moins pour être discutés, d'une étude sur la mémoire. L'expérimentation va permettre, en déterminant les conditions de ces modifications et leur durée, d'entrer dans le domaine numérique, et d'analyser avec plus d'exactitude les caractères de la

mémoire ; nous verrons que les données à cet égard sont encore rares et insuffisantes, mais permettent d'augurer très favorablement de l'avenir de ces recherches.

Les expériences visent par exemple à provoquer chez un animal ce qu'on appelle l'acquisition d'une habitude, c'est-à-dire la tendance à accomplir dans des circonstances données un acte, plus ou moins complexe, parfaitement déterminé.

C'est ainsi que, si l'on fait passer un animal à travers un labyrinthe, il s'égarera dans diverses voies en impasses jusqu'au moment où il arrivera accidentellement à trouver l'issue. La répétition du passage entraînera la diminution progressive des tâtonnements, jusqu'à production d'un acte précis et rapide, dont les progrès deviennent ensuite inappréciables. On a obtenu, en tenant compte de la durée et des essais erronés, une courbe d'acquisition de l'habitude.

En ne faisant répéter l'acte qu'après des intervalles plus ou moins éloignés, et en déterminant à nouveau chaque fois sa précision et sa rapidité, on peut établir une courbe de décroissance, une courbe d'évanouissement. Enfin, quand le souvenir paraît évanoui, on peut l'étudier encore en le « révélant » par la méthode des acquisitions nouvelles. On peut en effet, au bout d'intervalles variables, après une expérience donnée d'acquisition, comparer le nombre de répétitions nécessaires pour le perfectionnement de l'acte avec le nombre initial, et il y aurait là un moyen de suivre la courbe d'évanouissement du souvenir, très longtemps après sa disparition apparente. On procède de même avec d'autres actes complexes à acquérir, tels que les actes nécessaires pour ouvrir une porte fermée par un système plus ou moins compliqué de loquets, etc.

Cette méthode, qui a été employée pour la première fois par Thorndike, a été utilisée depuis par de nom-

breux expérimentateurs avec plus ou moins, — plutôt moins — de variantes, chez des animaux assez différents. Les résultats ne sont malheureusement pas assez nombreux ni assez complets encore, il s'en faut de beaucoup. Les expériences sont en effet assez difficiles à réaliser et exigent beaucoup de patience et de temps. Mais le sillon n'est tracé que depuis peu d'années et l'on est en droit d'espérer une plus riche moisson.

Mais, dira-t-on, ce n'est pas toute la mémoire que l'on étudie par là, c'est uniquement l'habitude. Les expériences sont, en effet, comparables à celles que l'on fait chez l'homme sur la mémoire motrice : on peut par exemple, chez des individus donnés, rechercher la durée nécessaire à l'acquisition des mouvements d'équilibration indispensables pour monter correctement à bicyclette; avec plus de précision on a pu étudier les progrès des mouvements dactylographiques, en tenant compte de la rapidité croissante de l'écriture par le jeu des touches du clavier, et du nombre des fautes, des erreurs, pendant chaque période d'acquisition. On a ainsi dressé des courbes d'acquisition. Mais il est bien certain qu'on ne s'imagine pas avoir, par une telle méthode, épuisé le domaine que la mémoire offre aux chercheurs.

Et d'autre part, on est en droit de se demander si, même dans cette voie, les expériences faites sur les animaux sont comparables aux expériences humaines. En effet, dans le dernier cas, on fait appel à la bonne volonté d'un individu à qui on explique ce que l'on demande et qui le comprend, ou l'on fait appel à sa propre bonne volonté, ce qui est souvent le plus sûr. Comment donc s'assure-t-on de la bonne volonté des animaux?

Mais, chez l'homme même, il n'est pas nécessaire de faire appel à la bonne volonté du sujet. Vous pouvez étudier les progrès d'un apprenti dactylo-

graphe qui apprend le métier pour gagner sa vie, sans lui demander en aucune manière qu'il collabore volontairement à votre travail. On procède de même avec les animaux. Dans les observations qu'on peut faire, on ne connaît la persistance des souvenirs que dans des cas où ces souvenirs ont une *valeur impérative* dans la détermination des actes; autrement on ignore purement et simplement la conservation possible des souvenirs.

Quand on expérimente, on s'arrange de manière à donner aux souvenirs cette valeur impérative. C'est ainsi qu'on enferme un animal, peu enclin à rester emprisonné, dans une cage d'où il ne pourra sortir qu'en mettant en œuvre un mécanisme approprié. Mais ce procédé est peu précis parce que le besoin de liberté est inconstant et peut même faire défaut. Plus pratique est le procédé qui se base sur le besoin de nourriture. L'animal ne trouve sa nourriture par exemple qu'après avoir traversé le labyrinthe, ou il ne s'en empare qu'en ouvrant le récipient où il la voit enfermée. En graduant les quantités de nourriture et les périodes de jeûne, on peut obtenir chez des animaux normaux un besoin pratiquement équivalent dans tous les cas, en sorte que les variations d'acquisition ne puissent être imputées aux variations de l'impulsion motrice. A condition d'observer ces règles générales, ce qui n'a pas toujours été fait d'ailleurs et a provoqué certainement une part des variations irrégulières qu'on constate parfois dans des relations des recherches, on peut réaliser des expériences tout aussi précises que les expériences humaines[1]. Et l'étude n'est pas nécessairement limi-

1. Tout excitant provoquant une attraction en quelque sorte irrésistible peut servir de facteur, et on peut également utiliser, avec Yerkes, la fuite d'une excitation douloureuse, comme une décharge électrique, procédé qui est susceptible d'une assez grande constance et est toujours efficace.

tée aux phénomènes d'habitude, de mémoire motrice. La mémoire sensorielle peut être également objet d'investigations.

§ 3. — LA RECONNAISSANCE ET LA REPRODUCTION POUR L'ÉTUDE DE LA MÉMOIRE SENSORIELLE.

Si un animal est susceptible de percevoir des données d'une certaine nature, on pourra étudier leur acquisition et leur évanouissement en établissant un lien entre la mémoire de ces données et la satisfaction du besoin de nourriture; il est même des cas où la méthode est celle qui permet avec le plus de certitude de s'assurer de l'existence d'une perception, celle des couleurs en particulier.

On donne en effet à un animal sa nourriture dans un vase que l'on place à côté d'autres tout semblables, mais dont la couleur seule diffère. En prenant la précaution d'éviter l'intervention d'un signe direct, tel que l'odeur, on peut, en changeant la position respective des vases, déterminer si et au bout de combien de temps, l'animal reconnaîtra à sa couleur le vase contenant la nourriture, même si on l'a laissé intentionnellement vide. La mémoire a permis, en un certain nombre de cas, de prouver l'existence des perceptions chromatiques.

Par cette méthode on fait appel à la *reconnaissance des images*, tandis que par la précédente on utilisait la *reproduction des mouvements*. Les images que l'animal est ainsi appelé à reconnaître, ce que l'on juge aux manifestations objectives de cette reconnaissance imposées par le besoin de nourriture, peuvent appartenir à tous les sens. Si l'on veut faire appel à l'ouïe par exemple, on n'aura qu'à faire précéder l'apport des aliments effectué en un lieu donné, d'un bruit déterminé; le souvenir sera acquis lorsque, à la production du bruit et en dehors même de l'apport

d'aliments pour la première fois tout au moins, car l'expérience négative joue un rôle — l'animal vient attendre sa nourriture dans le lieu habituel.

Cette méthode a même pu acquérir une rigueur physiologique tout à fait remarquable grâce à un phénomène très bien étudié par Pawloff, et qu'on appelle la sécrétion psychique.

Tout le monde sait que la vue d'aliments succulents fait « venir l'eau à la bouche », ce qui signifie que la sécrétion salivaire, abondamment provoquée lors d'expériences passées, par le goût agréable des aliments en question, est éveillée maintenant, grâce à une association acquise, par la vue seule. Et, si l'on fait une fistule à un chien, permettant l'écoulement au dehors de la salive sécrétée par les glandes sous-maxillaires, par abouchement avec un orifice cutané du canal de Wirsung, on constatera l'écoulement salivaire à la vue de la viande ou du sel, du moins s'il a déjà fait l'expérience de l'absorption de sel, etc.

Nous pouvons alors, toutes les fois que nous mettrons du sel sur la langue d'un chien, procéder à une excitation déterminée, faire entendre une note de musique, exercer un contact avec un métal froid, etc. Au bout d'un certain nombre de répétitions, l'excitation à elle seule, son ou contact, suffira à provoquer la salivation. Nous pourrons donc déterminer une courbe d'acquisition et une courbe d'évanouissement.

A vrai dire, la méthode n'a pas encore servi à l'analyse des phénomènes de mémoire ; mais on s'est servi de la mémoire comme procédé d'étude des sensations : après avoir lié par exemple au dépôt d'une pincée de sel sur la langue l'audition d'une note déterminée, on recherche quelle est la note la plus voisine qui ne provoque pas encore la salivation, ce qui permet de connaître la finesse de discrimination sensorielle, un quart de ton par exemple chez certains chiens pour la discrimination auditive. Mais ces

études, faites en très grand nombre au laboratoire de Pawloff, se compléteront certainement un jour par des analyses précises des phénomènes de mémoire et des déterminations nouvelles de leurs lois.

Enfin, il y a des cas où, en outre de la reproduction des actes et de la reconnaissance des images, on peut obtenir des résultats par la méthode de ce qu'en psychologie humaine on appelle la reproduction des images, c'est-à-dire par la traduction en actes appropriés répétant le phénomène représenté, d'images de phénomènes donnés. Ces cas sont ceux d'*imitation*. Mais ici il n'y a plus dans le phénomène de mémoire d'impulsion impérative dont les effets soient comparables, et dès lors on est réduit en général à observer, et l'expérience, quand elle est possible, manque de rigueur et de précision.

Quand on fait un acte devant un singe, la vue de cet acte se traduit souvent en la répétition d'un acte semblable. Mais nous ne pouvons pas rendre cette répétition obligatoire, et, quand on tente de le faire, on ne l'obtient pas le plus souvent. Certains échecs expérimentaux ont induit d'ailleurs quelques auteurs à nier les phénomènes d'imitation qu'ils ne pouvaient obtenir, au lieu de se demander si l'échec n'était pas dû en réalité à ce que l'animal ne s'intéressait pas au phénomène qu'on lui montrait, qu'il s'occupait d'autre chose, et qu'en particulier — l'imitation étant plutôt un jeu, un phénomène de luxe, qu'un procédé normal pour apprendre, et l'éducation étant surtout individuelle — l'animal affamé était « sans oreilles » et presque sans yeux[1].

L'observation révèle au contraire des faits d'imitation nombreux et incontestables, en particulier dans

1. Cette remarque a déjà été faite par Kline, qui déclare que l'imitation exige, pour se manifester, « la liberté, la sécurité et la satiété » : Cf. Linus W. Kline. Methode in animal Psychology. *Amer. Journ. of Psychology*, t. X, nº 2, janvier 1899, p. 256-279.

les cas où existe bien une certaine éducation des jeunes par les parents, pour le vol et pour le chant chez beaucoup d'oiseaux par exemple. L'imitation par la voix des sons entendus est très nette chez quelques oiseaux chanteurs et les oiseaux dits « parleurs ».

Mais l'étude expérimentale est difficile, et on ne peut guère procéder à des répétitions successives jusqu'à ce qu'on obtienne une imitation correcte, pour tracer une courbe d'acquisition, parce que nous ne pouvons cette fois forcer la bonne volonté d'imitation de l'oiseau. Peut-être y arriverait-on cependant chez le perroquet en supprimant la nourriture tant qu'un mot prononcé ne serait pas répété et en prononçant constamment ce mot avec un aliment préféré à la main. En refaisant de même avec chaque fois des mots nouveaux, de longueur variable, puis des groupes de mots, on pourrait, si l'animal s'habituait à apprendre le mot pour avoir sa nourriture, analyser le phénomène d'acquisition. La courbe d'évanouissement en revanche ne pourrait être établie, car l'animal ici répète spontanément, et acquiert dès lors une mémoire motrice verbale que chaque répétition — qu'on ne saurait empêcher — entretient. Mais cette étude de l'acquisition verbale serait particulièrement intéressante à comparer à celle de l'homme, si fréquemment et déjà si complètement étudiée.

Il est facile de voir en tout cas que les méthodes expérimentales dont on dispose en psychologie comparée sont assez variées et assez précises pour permettre une investigation sérieuse des phénomènes de mémoire dans la série animale, jointes aux résultats, souvent précieux, d'observations bien conduites.

Mais le champ d'études est vaste et l'on commence seulement à le labourer chaque année. Nous aurons occasion de jeter sur le papier quelques-uns des épis des moissons déjà faites, et cela suffira pour montrer combien les résultats sont encourageants pour les

recherches futures. Mais nous devrons montrer aussi que l'application de méthodes aussi satisfaisantes que possible en principe ne laisse pas cependant de se heurter, dans divers cas particuliers, à des obstacles gênants, et qu'elle peut être viciée par des causes d'erreur souvent difficiles à éviter. Seulement, dans des études aussi complexes, ne doit-on pas toujours s'attendre à rencontrer des difficultés plus ou moins graves[1]?

1. On trouvera, dans deux études de Ed. Claparède, des données très précises sur l'ensemble des méthodes psychologiques, et sur les méthodes propres de la psychologie zoologique : Classification et plan des méthodes psychologiques. *Archives de Psychologie*, t. VII, nº 28, juillet 1908, p. 321-364. — Die Methoden der tierpsychologischen Beobachtungen und Versuche, in *Bericht über den III Congress für experimentelle Psychologie* (Francf.-sur-Main, 1908).

CHAPITRE II

L'ÉTUDE EXPÉRIMENTALE DE LA MÉMOIRE PAR LES PHÉNOMÈNES D'ADAPTATION

---

§ 1. — DES CAS D'ADAPTATION QUI NE PEUVENT SERVIR A L'ÉTUDE DE LA MÉMOIRE.

Les méthodes d'étude de la mémoire chez les animaux inférieurs sont nécessairement limitées, et les tests que l'on peut essayer pour déterminer des acquisitions d'habitudes ou des phénomènes de reconnaissance sensorielle sont voués à l'échec partout ailleurs que chez les êtres les plus évolués des grands groupes d'invertébrés, insectes supérieurs, crustacés, céphalopodes.

Pourtant il existe des habitudes élémentaires, en quelque sorte, fournies par les phénomènes d'adaptation constatés chez beaucoup d'animaux à la suite de la répétition d'une excitation simple : la réaction se modifie par suite d'une persistance d'action des influences antérieures, des influences passées, et dès lors il est possible d'examiner les conditions de production de cette influence persistante et de son évanouissement.

Il est donc intéressant de déterminer dans quelle mesure les phénomènes d'adaptation peuvent servir à

l'étude expérimentale de la mémoire chez les animaux.

Il est évident, tout d'abord, qu'il faut mettre de côté les modifications qui sont dues, non pas à des variations dans l'élaboration des réactions, mais dans les organes de réception des impressions ou d'exécution des actes. Si un animal clairvoyant est aveuglé ou s'il est paralysé, à la suite d'un événement passé, on n'invoquera pas la mémoire. Si d'autre part il se produit une fatigue de la vision qui équivaille à une cécité momentanée, ou une fatigue motrice, analogue à une paralysie passagère, on devra naturellement éliminer l'interprétation des changements dans l'activité de l'animal par une adaptation impliquant une persistance mnémonique.

Enfin on ne peut considérer avec certitude comme une preuve des phénomènes de mémoire les cas où des animaux vivant dans des milieux différents présentent des réactions dissemblables, car ces faits, qui sont extrêmement nombreux, peuvent être dus à la persistance héréditaire de tendances différentes, engendrées ou non par l'action du milieu. La persistance du passé dans ces cas peut ne pas avoir sa source dans une acquisition individuelle, et nous avons limité aux acquisitions individuelles — le domaine est encore assez vaste — l'extension de la mémoire.

C'est ainsi que les astéries (*Asterias rubens*), exposées à la lumière du soleil et éloignées de toute surface faisant ombre, prennent une attitude particulière, tous les bras fuyant en quelque sorte les rayons lumineux en prenant une direction parallèle à ces rayons, de sorte que l'extrémité du bras qui porte l'œil, le point oculiforme, se trouve protégée par un très léger reploiement ; or, ces attitudes, peu ou mal prises par des astéries vivant habituellement dans des rochers où elles trouvent toujours de l'ombre, le sont avec plus de précision et de rapidité par celles qui vivent sur

le fond uniformément sablonneux du bassin d'Arcachon[1].

Mais une astérie vivant habituellement dans les rochers perfectionnerait-elle ses attitudes de protection contre une lumière excessive, si elle était placée dans les mêmes conditions que les astéries du bassin d'Arcachon, c'est ce qui paraît extrêmement probable, mais qui n'est pas encore démontré, en sorte que le phénomène d'adaptation individuelle n'est pas certain. Et il y a des quantités d'observation du même genre dont l'interprétation est douteuse parce que les expériences décisives, et qui pourraient trancher l'alternative, n'ont pas encore été faites.

Dans d'autres cas, qui paraissent pourtant relever de l'expérience individuelle à certains points de vue, une influence héréditaire est également possible. Voici par exemple un gastéropode littoral, une littorine (*Littorina exigua*) étudiée par Mitsukuri[2], qui fuit la lumière et recherche les ombres ; on projette sur elle pendant quelque temps un jet d'eau et l'on cesse ; et voici que la Littorine se dirige maintenant vers les surfaces éclairées. On ne comprend pas évidemment le mécanisme de la modification, mais on constate bien cette dernière, qui paraît être individuelle et immédiate.

Or, on se trouve en présence d'un phénomène complexe de mémoire associative ou d'une association héréditaire entre des phénomènes différents. Cette littorine supralittorale se réfugie dans les cavités obscures des rochers quand les vagues y

1. G. Bohn. Introduction à la psychologie des animaux à symétrie rayonnée. II. Les essais et erreurs chez les étoiles de mer et les ophiures. *Bulletin de l'Institut général psychol.*, 8e année, année, 1908, nº 1.

2. Mitsukuri. Negative phototaxis and other properties of *Littorina* as factors in determining its Habitat. *Annotationes zoologicæ japonenses*, 4 août 1901.

viennent battre, à mer montante; elle se protège ainsi et évite d'être entraînée. Mais, quand la mer descend, elle sort de son abri momentané et se dirige vers la lumière. Or, quand elle recherchait l'obscurité, le jet d'eau a joué le rôle des vagues ; la cessation équivalant dès lors à la descente de la mer, la Littorine a marché vers la lumière comme pour sortir d'anfractuosités rocheuses.

Là encore, le problème posé serait soluble expérimentalement, mais les expériences sur les variations qui peuvent être acquises individuellement chez les animaux inférieurs sont extrêmement peu avancées.

En revanche il existe des cas où le phénomène de variation est tel que son apparition puisse être considérée comme unique et non susceptible de reproduction expérimentale. On a constaté, par exemple, qu'un oiseau des îles Samoa (*Didunculus strigirostris*) était devenu très rare : faisant son nid à terre, il était en effet victime des rats qui pullulaient ; mais il est maintenant redevenu commun grâce à l'acquisition d'une variation dont l'origine exacte nous échappe : il ne fait plus son nid que sur les arbres[1]

§ 2. — VARIATIONS D'ADAPTATION PAR DIMINUTION D'INTENSITÉ DES RÉACTIONS.

Nous laisserons donc ces cas douteux pour n'envisager que les adaptations d'origine nettement individuelle, certaines de ces adaptations concernant uniquement l'intensité de la réaction. Lorsqu'une excitation est répétée, l'acte qu'elle provoque peut, ou bien diminuer d'énergie et même cesser tout à fait de se produire, ou bien au contraire il peut s'effectuer avec une intensité croissante ; il y a des cas où la réaction

1. Cf. A. Giard, dans une discussion sur l'intelligence des animaux et celle de l'homme. *Bull. de l'Inst. gén. psychol.*, 3e année, août-sept. 1903, n° 3, p. 220.

consiste en un changement déterminé d'attitude suivi d'un retour à l'attitude primitive. Alors, ou bien la répétition de l'excitation ne provoquera plus le changement d'attitude, ou bien elle le provoquera d'une façon persistante, le retour à l'attitude primitive ne s'effectuant plus pendant un temps plus ou moins long.

Un exemple de ce double cas nous est même donné par une plante, la sensitive. Lorsque l'on heurte un rameau de sensitive, on sait en effet que les folioles se replient et que la feuille s'abaisse, prenant la position du sommeil. Puis le redressement et l'épanouissement s'effectuent. Mais, si l'on répète les chocs, on constate que l'attitude de sommeil dure de plus en plus longtemps. En revanche, les trépidations générales de la plante, qui ont ce même effet de provoquer la position dite de sommeil chez la sensitive, lorsqu'elles sont prolongées demeurent sans effet. C'est ainsi que, sur une voiture, les cahots agissent d'abord, puis deviennent inefficaces, et la plante reste épanouie.

Dans le premier cas, on peut invoquer un phénomène de fatigue s'opposant à l'effort de redressement des pétioles après un certain nombre de réactions. Mais, dans le second cas, cette interprétation n'est plus possible. La plante s'est repliée sur elle-même puis, malgré la persistance du facteur externe, elle s'est épanouie à nouveau ; il semble bien y avoir là un phénomène d'adaptation individuelle, impliquant une persistance des influences passées, une sorte de souvenir ; invoquer une fatigue sensorielle n'est guère plausible en effet alors que, si l'on connaît tant bien que mal — plutôt mal que bien — le mécanisme moteur, on ne connaît pas d'appareil sensoriel différencié pour les trépidations !

Le second cas présenté par la sensitive est celui qui est le plus fréquemment constaté chez les animaux,

dans les conditions d'ailleurs où le premier est réalisé chez la plante.

Voici une actinie épanouie dans une mare (*Actinia equina L.*). Je heurte un des tentacules étalés avec une baguette de verre; le tentacule se replie brusquement, et en heurte quelques autres qui esquissent également un reploiement; tous s'étalent à nouveau; je recommence avec la même force, de nouveau le tentacule se replie, mais moins complètement et revient plus vite à sa position première; si je continue ainsi, je constate qu'à un moment donné la réaction cesse[1].

Est-elle devenue impossible? Il me suffit alors de le heurter avec beaucoup plus de violence pour provoquer à nouveau une réaction. Ou mieux, déposons sur l'extrémité du tentacule qui a cessé de réagir un petit morceau de muscle de moule, et nous constaterons que ce morceau est retenu par une adhérence énergique du tentacule, et que ce dernier se replie aussitôt très vivement en entraînant la proie vers l'ouverture buccale. Retirons de force ce morceau de moule, puis redonnons-le, une fois le tentacule revenu à sa position primitive; la réaction se répétera; nous ne la verrons pas diminuer d'intensité, comme dans le cas précédent; seulement, ce qui arrivera en général, c'est qu'à force d'arracher sa proie à l'actinie, celle-ci réagisse en repliant tous ses tentacules et en fermant son sphincter, comme pour se protéger contre des atteintes brutales.

Mais laissons l'actinie, à un moment donné, avaler sa proie, et donnons-lui en une assez volumineuse; puis, quelque temps après, recommençons à offrir au tentacule un morceau de moule. Cette fois, le tentacule ne réagira plus. L'animal rassasié ne saisit plus les proies, en effet, mais c'est une adap-

1. H. Piéron. Contribution à la psychophysiologie des actinies. *Bulletin de l'Institut général psychologique*, 1906, t. VI, p. 40.

tation organique où nous ne verrons pas un phénomène de mémoire; en revanche, ne faut-il pas considérer comme telle l'adaptation aux chocs mécaniques, alors qu'il n'existait aucune fatigue motrice?

L'interprétation ne s'impose pas absolument, car il peut s'agir d'un phénomène de fatigue sensorielle. C'est un fait banal de psychologie humaine, en effet, que celui de la rapidité avec laquelle s'émousse une sensation olfactive; l'excitant est à vrai dire continu dans ce cas, mais on peut admettre que, même discontinus, des excitants répétés à courts intervalles provoquent une fatigue suffisante pour que la perception soit émoussée, puis abolie.

Cette manière de voir est donc plausible; mais elle n'est sans doute pas exacte, car, s'il est vrai que pendant quelques instants les excitations répétées ne provoquent plus la réaction habituelle, bien que cette réaction soit parfaitement possible, comme nous l'avons vu, il ne s'ensuit pas que la répétition indéfinie soit sans effet. Au bout d'un certain temps, il va apparaître une réaction nouvelle et particulièrement intense, telle que la fermeture générale de l'actinie et même, si les phénomènes ne cessent pas, son déplacement ou son descellement du rocher où elle était fixée et son départ dans l'eau de la mare.

Or, les faits de ce genre sont très fréquents, et, dans la plupart des cas, il paraît bien se produire une adaptation, qui implique une influence des phénomènes passés sur la réaction à un moment donné.

C'est encore chez une actinie (*Aiptasia annulata*) que Jennings[1] décrit des phénomènes du même ordre : la lumière brusquement portée sur elle provoque sa fermeture, mais cette réaction diminue et cesse si l'on répète plusieurs fois cet éclairement subit. De

1. Jennings. Modifiability in Behavior. I. Behavior of sea anemones. *Journal of experimental zoology*, 1905, t. II, p. 458-459.

même, lorsque l'actinie s'épanouit à fleur d'eau, on provoque sa fermeture en dirigeant sur le disque un jet d'eau ; mais dès la seconde ou troisième fois que l'on recommence cette excitation, elle cesse de réagir, à condition, bien entendu, que les répétitions soient assez voisines, et Wolff a constaté également l'adaptation à un courant d'eau continu chez un cœlentéré inférieur (*Tubularia mesembryanthemum*) [1].

Jennings a poussé plus loin l'étude du phénomène. il ne faut pas attendre plus de trois à cinq minutes entre deux répétitions si l'on veut que la réaction ne réapparaisse pas ; la limite, non de conservation, car nous ignorons, comme nous l'avons montré, la durée exacte de la conservation, mais d'action du souvenir, serait donc d'environ cinq minutes dans ce cas ; pendant ce temps seulement le phénomène acquis serait efficace, objectivement manifestable.

Cette durée d'efficacité du souvenir serait beaucoup moindre chez une annélide (*Hydroides dianthus*) étudiée par Hargitt [2], et qui réagit par rétraction dans son tube lorsqu'une ombre est subitement portée sur elle. En effet, les réactions paraîtraient indéfiniment semblables, tout simplement parce que les intervalles habituels seraient trop longs ; en portant une ombre, à intervalles réguliers et variables, au moyen d'un écran déplacé par un pendule, l'auteur dit avoir trouvé que la réaction se reproduisait constamment pour des intervalles de plus d'une seconde, rarement pour des intervalles d'une demi-seconde environ, et jamais pour des intervalles d'un quart de seconde et moins.

Mais ces limites seraient trop étroites : mistress

1. M. Wolff. Das Nervensystem der polypoiden Hydrozoa und Scyphozóa. Ein vergleichend-physiologischer und anatomischer Beitrag zur Neuronlehre. *Zeitschrift für allgem. Physiologie*, 1903, t. III, p. 191-281.

2. C. W. Hargitt. Experiments on the Behavior of tubiculous annelids. *Journ. of exp. Zoology*, 1906, t. III, p. 295 sqq.

Yerkes a constaté qu'après des intervalles de cinq à dix secondes, les annélides ne réagissaient presque jamais, et que près de la moitié ne reprenaient pas encore leur pouvoir de réaction après des intervalles relativement très prolongés, d'une à deux minutes[1].

Il est malheureusement rare que les observations aient cette précision, mais, aux données numériques près, on en trouve un très grand nombre de toutes semblables. Bien d'autres annélides tubicoles se rétractent lorsqu'une ombre est projetée sur eux; c'est un phénomène typique de ce qu'on appelle la « sensibilité différentielle ». Mais la répétition de l'obscuration, dans des conditions de rapidité variable, qui seront certainement analysées un jour ou l'autre, ne tarde pas à entraîner une diminution et une suppression de la réaction.

C'est ce qu'a constaté Hesse[2], par exemple, sur un de ces annélides (*Bispira voluticornis*), ce que j'ai constaté à maintes reprises sur plusieurs autres, Serpules, Sabelles, Hermelles, etc. (*Serpula vermicularis*, *Sabella pavonina*, *Sabellaria alveolata*, en particulier), soit en aquarium, soit dans leur habitat naturel.

Chez la Sabelle pavonine, on peut même, en évitant la brusquerie de l'obscuration, et en faisant gagner l'ombre très lentement sur elle, éviter toute réaction; et, en effet, les réactions protectrices sont surtout déterminées par la nouveauté soudaine d'une excitation. Et lorsqu'on a ainsi, à trois ou quatre reprises, réussi à obscurer le corps de la Sabelle sans

1. M[rs] A. W. Yerkes. Modifiability of Behavior in *Hydroides dianthus*. *Journ. of comp. Neur. and Psychology*, 1906, t. XVI, p. 441 sq.

2. R. Hesse. Untersuchungen über die Organe der Lichtempfindungen bei niederen Thieren. I. Die Augen der polychäten Anneliden. *Zeitchr. für wissensch. Zoologie*, 1899, t. LXV, p. 506 sqq.

qu'elle réagisse, les ombres portées ensuite aussi brusquement qu'on le voudra n'auront plus d'effet pendant un certain temps.

L'adaptation, dans tous ces cas, se produit pour des excitations inoffensives, qu'on considère quelquefois comme devant avoir pour l'animal un caractère menaçant, mais n'ayant rien de directement nocif. L'adaptation ne s'obtient pas chez les annélides pour des excitations de choc, brutales et dangereuses, ni même pour des contacts qui constituent des menaces plus réelles que les ombres.

Mais on peut rendre efficace la menace de l'ombre si on la fait constamment suivre d'un choc ; c'est ce qu'a fait Mrs Yerkes sur l'*Hydroïdes*. Et elle a constaté ce phénomène fort important que l'adaptation a tendu dès lors à s'atténuer et à disparaître ; il y a eu une adaptation inverse négative; l'animal a appris à ne plus s'adapter.

C'est ainsi qu'un individu qui, le premier jour, cessait de réagir à la troisième obscuration, réagit jusqu'à la dix-septième le septième jour. Il y a eu adaptation, non par suppression de la réaction, mais, au contraire, par suppression de l'adaptation dangereuse. Ce cas, qui rentre dans les phénomènes d'anticipation, dont j'ai déjà parlé[1], en ce que l'obscuration tend à agir comme signe précurseur du contact, montre bien nettement qu'on ne peut expliquer par la fatigue sensorielle de tels cas d'adaptation, car si la réception de l'excitation était supprimée par la fatigue dès la troisième ombre portée, on ne verrait pas, par adaptation inverse, l'animal réagir encore à la dix-septième.

D'ailleurs, on comprendrait la fatigue pour des illuminations brusques et répétées, mais non pour des obscurations qui constituent, au contraire, des

1. Voir p. 27.

périodes de repos sensoriel pour un animal soumis à l'action de la lumière. Or, chose curieuse, l'adaptation s'obtient toujours plus vite pour les obscurations.

On obtient, en effet, des phénomènes identiques chez les mollusques, comme l'a noté Nagel pour un certain nombre d'espèces[1]; et, lorsque la réaction ne s'effectue pas à des obscurations subites, mais seulement, au contraire, à des illuminations brusques, l'accoutumance s'obtient bien encore, mais beaucoup plus lentement; dans le premier cas, cette accoutumance peut, en effet, être très rapide; une seule excitation suffirait pour que la réaction fût abolie, et cela pendant plusieurs heures. Des observations que j'ai faites sur des Gastéropodes et des Lamellibranches m'ont permis de constater l'exactitude générale des assertions de Nagel.

Chez la Palourde et la Mactre (*Tapes decussatus*, *Mactra solida*), j'ai bien constaté l'absence complète de réaction pendant de longues durées, après une obscuration unique. L'inhibition des réactions se fait moins vite chez quelques autres espèces (*Solen marginatus*, *Tellina tenuis*, *Dosinia exoleta*, parmi les Lamellibranches; *Littorina littorea*, *L. obtusata*, parmi les Gastéropodes, etc.); mais elle est également très

1. NAGEL Beobachtungen über den Lichsinn augenloser Muscheln. *Biologisehes Centralblatt*, 1894, t. XIV, p. 385 sqq.

L'auteur distingue dans ce travail, sur la sensibilité lumineuse des Lamellibranches dépourvus d'yeux, des espèces sensibles uniquement aux ombres, qu'il appelle « skioptiques » (*Ostrea edulis*, *Cardium oblongum*, *Venus gallina*), des espèces uniquement sensibles aux augmentations d'éclairement, qu'il appelle « photoptiques » (*Lima hians*, *Psammobia vespertina*) et enfin des espèces plus ou moins également sensibles aux deux influences, désignées comme « photoskioptiques » (*Pholas*, *Mactra*, *Tellina*, *Tapes*, *Solen*, *Cardium*, *Cytherea*, *Lithodomus*, *Venus*, espèces diverses de ces genres). Il a constaté l'adaptation surtout chez les espèces à réactions rapides, comme les *Venus* (praires), *Cardium* (coques ou sourdons), *Ostrea* (huîtres), *Tapes* (palourdes); il n'en a pas constaté chez la pholade.

nette. Et pour des illuminations brusques chez la Psammobie (*Psammobia vespertina*), on constate des faits analogues, mais avec une adaptation beaucoup plus lente, comme l'a déjà noté Nagel pour la Psammobie justement.

Il existe, d'ailleurs. bien des espèces de gastéropodes chez lesquelles l'adaptation aux obscurations est relativement assez lente. Chez des Doris (*Doris bilamellosa*), il faut que les occultations ne soient pas séparées par plus de quatre secondes, pour qu'il ne se produise pas de réaction la deuxième fois ; chez des Limnées (*Limnœa stagnalis*), qu'elles ne soient pas séparées par plus de cinq à six secondes. Chez ces deux espèces, avec des occultations régulièrement séparées par un intervalle de vingt secondes, la réaction cesse vers la trentième[1], et le même nombre d'excitations est nécessaire, lorsqu'on provoque des réactions avec des ébranlements.

Si l'adaptation est obtenue aux excitations lumineuses, on constate que les réactions se produisent encore aux excitations mécaniques, ou réciproquement, et ce fait, que nous avons déjà signalé, montre bien qu'il ne s'agit pas d'un phénomène de fatigue motrice. Mais, si l'on détermine le nombre d'excitations nécessaires pour obtenir l'adaptation à la nouvelle catégorie d'excitants, on constate que ce nombre est sensiblement diminué (24 excitations, au lieu de 30, par exemple, dans une de mes expériences sur les Limnées). Tout se passe comme si l'acquisition nouvelle de la persistance mnémonique était facilitée par l'ac-

1. Il peut exister d'ailleurs de grandes différences individuelles, et cela se comprend, car le passé de l'animal joue à cet égard un grand rôle. Au fur et à mesure des expériences, on constate par exemple une adaptation de plus en plus rapide chez un individu donné, du moins jusqu'à une limite. Les variations naturelles subies dans un certain habitat peuvent avoir une influence analogue.

quisition antérieure, fait intéressant, mais qu'il sera nécessaire d'analyser.

L'adaptation aux chocs répétés chez les Limnées avait d'ailleurs été déjà notée par un philosophe de grande valeur et qui a souvent fait d'intéressantes observations. Ce dernier signale, en effet, que, lorsque les Limnées rampent, renversées à la surface de l'eau, elles se rétractent lorsqu'on jette quelque chose sur le pied (qu'il appelle le « ventre »); mais qu'au bout de quelques répétitions, on peut jeter ce qu'on veut, les toucher, etc., sans plus qu'elles réagissent[1].

Cette adaptation aux excitants mécaniques est-elle plus ou moins facile à obtenir que l'adaptation aux obscurations? Nous avons vu qu'elle paraissait être de même ordre chez la Limnée, mais on ne peut guère pousser très loin la comparaison, faute de pouvoir comparer exactement l'intensité des excitants de nature différente, intensité qui joue naturellement un rôle dans l'adaptation, et qu'on doit rendre constante dans toutes les expériences.

En général, l'adaptation aux chocs paraît devoir être plutôt plus lente à obtenir.

Pourtant, j'ai constaté qu'un petit *Tapes aureus* que je gardais en cristallisoir avec une *Nereis*, annélide vorace, se renferma bien dans sa coquille lorsqu'il fut bousculé par cette dernière, rétractant son pied et ses siphons; mais qu'au bout de deux ou trois fois seulement, il ne se préoccupa plus de ces heurts; et mal lui en prit d'ailleurs, car la Néreis lui mordit le pied, qu'il se décida alors à rentrer brusquement, tout en gardant encore ses siphons étalés, alors qu'au début il les rétractait pour une excitation bien plus faible.

Une adaptation de même ordre aux ombres répétées

1. J. Delboeuf. Le dernier livre de G. H. Lewes. *Revue Philosophique*, 1881, t. XI, p. 229-230.

est notée par Von Uexküll[1] chez un oursin (*Centrostephanus longispinus*), qui cesse de réagir au bout de trois excitations environ; et le phénomène est particulièrement net chez les balanes, ces crustacés dégénérés qui vivent fixés sur les rochers en quantités énormes, et dont le tèt ressemble, à première vue, à une coquille de mollusque. Certaines espèces de ces balanes (*Balanus balanoïdes*) par exemple, qui, dans l'eau, sortent et rentrent régulièrement leur panache de cirrhes une soixantaine de fois par minute en moyenne et parfois près du double, sont très sensibles aux obscurations, même légères : une ombre les fait retirer précipitamment leur panache et arrêter leurs mouvements rythmiques pendant un certain temps; puis les sorties périodiques reprennent, pour cesser à nouveau dès qu'on procède à une obscuration nouvelle; mais, si les répétitions continuent, les balanes ne tardent pas à ne plus tenir compte de ces excitations.

Sur une espèce de balane un peu moins commune (*B. crenatus*), j'ai déterminé quelle était la persistance de l'efficacité du souvenir. Lorsque les occultations sont répétées toutes les secondes, les mouvements habituels des cirrhes réapparaissent au bout d'une soixantaine de ces occultations; l'adaptation exige donc environ une minute. Lorsque le rythme est d'une occultation toutes les deux secondes, il n'y a pas encore adaptation complète au bout de deux minutes : la rentrée précipitée des cirrhes ne s'effectue plus complètement, il est vrai, mais elle s'ébauche chaque fois que l'ombre est portée sur l'animal. Enfin, lorsque le rythme n'est plus que d'une occultation toutes les trois ou toutes les quatre secondes, on ne constate pas trace d'adaptation en poursuivant plusieurs minutes l'expérience.

1. J. von Uexkull. Der Schatten als Reiz für *Centrostephanus longispinus*. *Zeitschrift für Biologie*, 1897, t. XXXIV, p. 319 sqq.

Les souvenirs s'effacent, là encore, assez vite, mais il ne faudrait pas croire qu'ils s'effacent complètement; au bout d'un certain nombre d'expériences, on constaterait l'adaptation, même avec des rythmes très lents d'occultations qui ne paraîtraient longtemps exercer aucune influence. Les faits suivants vont, en effet, le montrer.

C'est un cas particulièrement intéressant à cet égard qui est fourni par un autre cirripède voisin de la balane, l'anatife (*Lepas anatifera*). Celui-ci, au lieu de vivre attaché aux rochers, est fixé à des objets flottants, des carcasses de bateaux, par exemple. Il est fréquemment exposé, dans sa vie vagabonde, à des variations d'éclairement, et l'on constate qu'il ne réagit pas, à l'inverse de la balane, lorsqu'il se produit ainsi une diminution de lumière, aucun ne réagissant, pas plus que les animaux que nous avons déjà signalés, à l'augmentation de luminosité.

On pourrait penser que cela tient à une absence de sensibilité lumineuse chez l'anatife, ou à l'absence, du moins, de toute disposition à réagir aux obscurations. Or, il semble bien, en réalité, que la disposition existe, mais est masquée, normalement, par une adaptation acquise au cours de la vie errante. En effet, quand des anatifes se trouvent immobilisés un certain temps, sur une carcasse d'un bateau échoué, par exemple, en peut s'assurer qu'ils réagissent de la même façon que les balanes[1]. Il serait intéressant de déterminer combien de temps est nécessaire pour que l'anatife perde ainsi son acquisition adaptative, pour qu'elle oublie.

Chez les animaux présentant une organisation assez élevée, des phénomènes de ce genre deviennent très communs, mais apparaissent évidemment aussi plus complexes en général.

1. Pouchet et Joubert. La vision chez les Cirripèdes. *C. R. et Mémoires de la Société de Biologie*, 1875, 6e série, t. II, p. 245.

Cependant, le fait observé par les Peckham[1] sur des araignées, des Epeires (*Epeira labyrinthica*) — qui, à l'approche d'un diapason vibrant, se laissèrent tomber à terre cinq à sept fois, puis demeurèrent indifférentes — ce fait est bien semblable à tous ceux que nous avons déjà cités. Une observation poursuivie permit d'ailleurs de constater une acquisition adaptative particulièrement durable, comme celle que l'on soupçonne chez les anatifes. En recommençant chaque jour sur une araignée (*Cyclosa conica*), à qui six répétitions étaient nécessaires pour l'adaptation, les auteurs s'aperçurent que, le quinzième jour, cette adaptation était devenue permanente, et que le diapason était sans effet. Mais la durée de cette acquisition ne fut pas établie[2].

Il y a là la première ébauche d'un phénomène d'apprivoisement. Or, de nombreuses observations avaient montré que diverses araignées peuvent être apprivoisées, chercher dans les doigts une mouche qui leur est offerte, et même la manger en votre présence, alors que les premières fois l'approche des doigts les fait fuir et qu'elles ne commencent leur repas que dans la solitude. Wasmann[3] a noté également que si on approche brusquement le doigt de fourmis, dans un nid artificiel, celles-ci dressent leurs mandibules dans l'attitude de l'attaque, mais si l'on recommence trois fois de suite, elles cessent cette réaction inutile.

Et Ernst a réussi l'apprivoisement complet d'une

1. G. W. et E. G. Peckham. Some observations in the mental power of spiders. *Journal of Morphology*, 1887, t. I, p. 383.

2. Les coléoptères et autres insectes s'adaptent souvent à ne plus réagir ou à réagir de moins en moins aux excitations répétées. J. Holmes l'a constaté très nettement chez un Hémiptère. (Death-Feigning in *Ranatra. Journ. of comp. Neur. and Psychol.*, t. XVI, nº 3, 1906, p. 200-216).

3. E. Wasmann. Die psychischen Fähigkeiten der Ameisen. *Zoologica*, 1899, H. 26.

Formica rufa qui, au bout de trois mois, venait lécher du miel sur sa main[1]. Lubbock avait apprivoisé une guêpe (*Polistes gallica*), qu'il maniait sans qu'elle ne piquât, et qu'il garda neuf mois[2]. J'ai constaté des faits analogues sur divers insectes, et même sur une larve de libellule, une larve d'*Æschna* que je nourrissais avec des vers de vase (larves de Chironomes), et qui, tandis que, les premières fois, elle s'enfuyait à l'approche de la pince tenant le ver, en arrivait à se précipiter dès que j'approchais d'elle, et à saisir, même, un bout de fil rouge remué aussi bien qu'une larve de Chironome.

Les animaux naturellement sauvages paraissent tous susceptibles de s'acclimater de la même manière. Les poissons depuis un certain temps en aquarium en arrivent à une complète indifférence vis-à-vis des spectateurs, et la familiarité des pigeons, des moineaux, etc., est souvent bien frappante.

Mais, chez les animaux supérieurs, les phénomènes sont nécessairement complexes, et bien des facteurs interviennent qui empêchent de tirer, des résultats obtenus, des conclusions précises sur le rôle de la mémoire.

En particulier, lorsqu'on attend ainsi le résultat du conflit de deux tendances, l'une portant l'animal à fuir, l'autre à rechercher un aliment, les résultats seront tout différents, selon qu'on aura affaire à des individus chez qui la tendance à fuir sera très forte ou très faible; le temps nécessaire au triomphe de l'autre tendance sera beaucoup plus long dans le premier cas que dans le second, pour une persistance équivalente des souvenirs. C'est ainsi que la larve vorace d'Æschna, ou des araignées ravisseuses, s'apprivoisent beaucoup plus vite que des

1. Ch. Ernst. Einige Beobachtungen an künstlichen Ameisennestern. *Biologisches Centralblatt*, 1906, t. XXVI, p. 210-220.

2. J. Lubbock. Fourmis, abeilles et guêpes, t. II, p. 77-78.

animaux timides ne se nourrissant que de végétaux.

Et dans les espèces d'une organisation assez élevée, les différences individuelles peuvent être considérables; on en rencontre d'extrêmement nettes chez les fourmis. D'autre part, la tendance à saisir la nourriture dépend, pour ce qui est de son intensité, du besoin alimentaire de l'animal, de sa faim.

Mais ici, il s'agit d'un facteur qui peut être rendu constant si l'on opère avec les mêmes intervalles chez des animaux normaux, bien portants, et nourris régulièrement. La faim est d'ailleurs un des facteurs essentiels dont on utilise l'action dans les expériences sur l'acquisition des habitudes chez les animaux supérieurs.

Le conflit de tendances doit donc toujours être évité, et l'on ne peut obtenir de résultats valables que sur intervention répétée de facteurs simples. Toutes choses égales, d'ailleurs, il semble que l'apprivoisement s'obtienne d'autant plus difficilement que la mémoire est moins développée[1].

Mais l'importance des facteurs autres est mise en évidence par le fait, qu'on est à même d'observer parfois, d'adaptations très rapides, chez des animaux d'organisation élevée qui sont justement assez lents à s'apprivoiser, mais chez qui, en certains cas, une expérience peut suffire pour modifier une réaction, une attitude, un acte, pendant de très longues périodes, en sorte que la modification puisse être considérée comme définitive.

On cite de nombreux cas où un chien, un singe, après une expérience fâcheuse, reste influencé par l'événement pendant une grande partie de sa vie, comme un singe d'Amérique qui, après avoir été

3. Cf. CUVIER. Sur la domestication. *Annales des Sciences naturelles*, 1826, t. IX, p. 293.

enivré par de l'eau-de-vie refusa, dès lors, avec dégoût, tout alcool[1].

Cuénot a signalé chez un lézard les résultats très décisifs d'essais malheureux pour avaler un insecte à sécrétion défensive, un éphippigère, qui ne fut objet que de trois attaques, à de longs intervalles. Un autre lézard observé par Beauregard, après avoir donné à un coléoptère vésicant, une Méloe, un coup de dent qui dut lui laisser un goût très désagréable, à en juger par ses contorsions et ses efforts pour s'essuyer le museau, ne renouvela qu'une fois la même tentative, et ce fut tout, malgré son appétit; il resta désabusé[2]. Mais ces faits sont trop complexes pour qu'on n'y puisse voir qu'un phénomène d'adaptation, et impliquent une mémoire sensorielle.

La larve du coléoptère d'un goût désagréable pour le lézard, la larve de Méloe, paraît aussi profiter très rapidement de l'expérience : Fabre[3] raconte, dans ses belles observations sur les hypermétamorphoses de ces insectes, que la larve grimpée sur des fleurs attend au passage les hyménoptères qui y viennent butiner, des anthophores, pour s'y accrocher et se faire conduire dans les cellules où elles vivront en parasites aux dépens du miel mis en réserve pour une progéniture qu'elles sacrifieront sans pitié; obligées d'agir vite, elles saisissent n'importe quel insecte qui passe, et même un brin de paille qu'on leur tend, mais elles reconnaissent vite leur erreur, car, si on n'ôte pas très rapidement le brin, elles le lâchent, et, dès lors ne s'y laissent plus prendre et se refusent à le saisir.

1. Brehm. *Thierleben*, t. I, 1864, p. 105.

2. L. Cuénot. La saignée réflexe et les moyens de défense de quelques insectes. *Arch. de Zoologie expérim. et générale*, 1896, 3e série, t. IV, p. 655-680.

3. Beauregard. Les insectes vésicants, Paris, 1890.

4. Fabre. *Souvenirs entomologiques*.

Forel signale également un fait dont il a été témoin et qui montre bien une modification des actes de toute une colonie de fourmis après une expérience coûteuse : observant deux nids voisins de deux espèces de fourmis très guerrières, des Polyergues (*Polyergus rufescens*) et des Sanguines (*Formica sanguinea*), il plaça près du nid des dernières un tas de nymphes d'une espèce qui sert également d'esclaves à toutes deux (*Formica fusca*) ; les Polyergues vinrent chercher à s'en emparer ; les Sanguines les attaquèrent ; une grande bataille eut lieu entre les deux colonies ennemies ; bien que moins nombreuses, les Polyergues mirent en déroute leurs adversaires après quelques heures de combat. Depuis lors, la répétition expérimentale du même motif de guerre resta sans effet ; jamais plus, malgré les incursions des Polyergues, les Sanguines ne se résignèrent à les attaquer[1].

De tels cas, d'ailleurs, dans la souplesse remarquable et la rapidité de leur adaptation, peuvent être considérés comme des phénomènes d'intelligence, au sens biologique du mot[2].

Pour revenir aux faits plus simples d'adaptation, on a, dans tous les faits cités, une série de phénomènes dont l'allure est la même, mais dont le mécanisme peut varier à coup sûr de complexité ; l'interprétation est très différente suivant les auteurs, dont quelques-uns veulent voir, dans tous les cas, un raisonnement de l'animal : l'excitation provoque une réaction en tant qu'elle paraît comporter un danger, mais, si l'expérience montre que le danger n'est pas réel, la réaction est inhibée ; c'est ainsi que Nagel par exemple interprète les phénomènes, et l'interprétation est sans doute valable pour les Vertébrés supérieurs,

1. A. Forel. Konflikt zwischen zwei Raubameisenarten. *Biologisches Centralblatt*, 1908, t. XXVIII, nº 13, p. 445-447.

2. Cf. H. Piéron. Les problèmes actuels de l'instinct. *Revue Philosophique*, octobre 1908, p. 329-369.

sans doute aussi pour les Hyménoptères; l'est-elle pour l'Annélide ou le Mollusque comme le croit Nagel, c'est évidemment discutable, l'est-elle surtout encore pour l'Actinie, c'est éminemment improbable.

Autour des réactions de l'Actinie se sont justement élevés des débats intéressants : Nagel a noté que, si l'on donne à une *Adamsia* du papier imbibé de suc de poisson, le papier est ingéré, puis rejeté, et si on redonne ce papier ou un autre dans les mêmes conditions, l'ingestion ne se produit plus ; Parker a constaté sur une autre actinie (*Metridium* ou *Actinoloba dianthus*) des faits identiques[2].

Ce serait bien une expérience dont profiterait l'animal. Mais, objecte Jennings[3], l'actinie a absorbé le suc de poisson dont était imbibé le papier; elle s'est rassasiée, et elle refuse ensuite les aliments comme le font toujours les actinies rassasiées; en effet, dans ces conditions on trouve que l'actinie refuse même du muscle de crabe. Mais Parker a observé l'absorption persistante, au contraire, de particules alimentaires; c'est, dit Jennings, que la satiété n'était pas aussi complète, et que le refus des aliments s'établit progressivement.

Cependant les tentacules ne se comportent pas tous de façon identique, après des essais répétés sur certains d'entre eux, alors que la satiété agirait sur les réactions de l'ensemble de l'organisme. Faut-il y voir une mémoire propre à chaque tentacule? Allabach croit à un simple phénomène de fatigue tentaculaire locale, la reconnaissance et la préhension

1. W. A. Nagel. Experimentelle sinnesphysiologische Untersuchungen an Cœlenteraten. *Archiv für die gesammte Physiologie*, 1894, t. LVII, p. 495 sqq.

2. G. H. Parker. The reactions of *Metridium* to food and other substance. *Bulletin of Museum of comparative Zoology of Harvard*, 1896, t. XXIX, p. 105 sqq.

3. H. S. Jennings. Modifiability of Behavior. I. Behavior of Sea-Anemones. *Journal of exper. Zoology*, 1905, t. II, p. 447 sqq.

de l'aliment exigeant une dépense considérable d'énergie[1].

La question est, on le voit, bien obscure; mais des expériences très intéressantes de Fleure et Walton[2] permettent, semble-t-il, de conclure, dans ce cas encore, à un phénomène de mémoire adaptative, ce qui n'implique pas bien entendu un mécanisme intellectuel! Ces auteurs, avec deux espèces d'actinies (*Actinia equina*, et *Tealia felina* surtout) ont donné du papier tout ordinaire à leurs sujets, pendant plusieurs jours, et une seule fois par jour. Or, au début, les tentacules rabattirent le papier sur la bouche, puis il y eut commencement d'ingestion et rejet. Les jours suivants, du deuxième au cinquième, l'ingestion cessa de se produire; au septième jour les tentacules (toujours les mêmes) renoncèrent à saisir le papier; d'autres tentacules le saisirent encore, mais une ou deux déceptions (au lieu de six ou sept) suffirent pour qu'ils cessassent à leur tour cette réaction.

Ces faits ne laissent pas d'être un peu surprenants par la rapidité d'acquisition de l'adaptation. Mais il ne semble pas, en tout cas, qu'on puisse interpréter l'ensemble continu de ces faits d'adaptation par diminution ou cessation d'une réaction, autrement qu'en faisant appel à la mémoire, quel que soit d'ailleurs le mécanisme exact, en général bien obscur, de l'adaptation, et son utilité[3].

1. L. F. Allabach. Some points regarding the Behavior of *Metridium*. *Biological Bulletin*, 1905, t. X. p. 35.

2. H. J. Fleure et C. L. Walton. Notes on the habits of some sea anemones. *Zoologischer Anzeiger*, 1907, t. XXI, p. 212 sqq.

3. On a souvent montré le rôle important de cette adaptation par suppression de réaction. Jennings en particulier insiste sur ce fait que, lorsque les excitations se répètent sans résultat nocif pour un animal, des réactions également répétées de protection empêcheraient la vie normale de cet animal, qui en particulier n'arriverait plus à se nourrir.

Il est évident que ce mécanisme peut-être très compliqué lorsqu'entre en jeu une adaptation de mouvements automatiques, de réflexes; c'est le cas pour le poisson étudié par Herrick[1], le « poisson chat » (Cat-fish, *Ameiurus nebulosus*); chez ce poisson, lorsque du coton imbibé de jus de viande vient à toucher ses barbillons, qui sont pourvus d'organes gustatifs, il se produit un réflexe de préhension alimentaire de l'objet en contact; mais après quelques expériences, le réflexe cesse de se produire pendant un ou deux jours, l'animal rejetant chaque fois le coton; et il n'en est pas ainsi lorsqu'on opère avec de la viande.

§ 3. — VARIATIONS PAR AUGMENTATION D'INTENSITÉ DES RÉACTIONS.

L'adaptation peut aussi comporter, à l'inverse des cas précédents, une augmentation d'intensité ou une modification de la réaction, l'apparition même d'une réaction nouvelle. L'interprétation doit-elle être la même ?

Lorsqu'on excite un ver de terre, et que l'on répète les excitations, des contacts par exemple avec une baguette de verre, on constate que, loin de cesser de réagir, le ver présente des manifestations motrices de plus en plus violentes, et en vient à se tortiller avec des détentes brusques et violentes. Ce fait, facile à observer, a été signalé par Jennings[2] sur le Lombric terrestre (*Lumbricus terrestris*). Certains annélides polychètes présentent un phénomène tout semblable ; je l'ai constaté en particulier chez un d'eux (*Neph-*

1. C. J. Herrick. The organ and sense of taste in fishes. *Bulletin of U. S. Fish Commission*, 1903, t. XVII, p. 237 sqq.

2. H. S. Jennings. Modifiability in Behavior. II. Factors determining direction and character of movement in the earthworm. *Journal of experimental Zoology*, 1906, t. III, p. 445-446

tys Hombergii) qui présente des réactions très semblables à celles des lombrics.

On peut encore noter parfois une prolongation de la réaction; c'est ainsi que Rawitz constata que si l'on faisait fermer un Pecten en l'excitant, la fermeture durait d'autant plus longtemps que les excitations avaient été plus fréquentes[1].

Est-ce là un phénomène de mémoire, ou n'est-ce pas plutôt l'effet d'une sommation des excitations? On sait en effet que des excitations répétées à de courts intervalles arrivent à se fusionner et à équivaloir à une excitation unique, mais plus intense; ce fusionnement nécessite évidemment une persistance de l'influence excitatrice qui est bien un phénomène de mémoire élémentaire, mais qui doit être distinguée de la persistance de plus longue durée qu'on est accoutumé à considérer comme preuve de mémoire.

L'interprétation est certainement plausible, et vaut pour des excitations très rapprochées, surtout chez les animaux à conduction nerveuse lente, et à réaction lente. Chez le ver de terre ou la Nepthys, on peut aussi invoquer un phénomène voisin, la production d'une sorte d'éréthisme, d'accroissement d'irritabilité, avec, comme conséquence, des réactions plus violentes. Supposons par exemple un animal endormi : des excitations répétées seront d'abord sans effet, puis réveilleront l'animal, et enfin provoqueront des réactions brusques. On peut considérer le ver comme normalement engourdi, et, les premières excitations lui rendant son irritabilité, les réactions deviendront bientôt très violentes.

Mais il existe certainement des cas où un phénomène de mémoire devient incontestable dans la modification croissante de la réaction. Il n'est pas absolu-

1. Rawitz. Der Mantelrand der Acephalen. *Ienaische Zeitschrift*, 1888, t. XXII, p. 415 sqq.

ment certain que ce soit le cas pour la variation adaptative de l'annélide tubicole étudiée par Ada Yerkes (*Hydroides dianthus*) qui rentre peu de temps dans son tube après une excitation mécanique mais qui, lorsque l'excitation est répétée, y reste de temps en temps pendant une bien plus longue période.

Mais j'ai observé, comme Rawitz, une influence particulière de la répétition d'excitations tactiles chez un Pecten (*Pecten opercularis*), sensiblement différente d'ailleurs, et où l'adaptation apparaît plus nettement. Un choc sur un tentacule du manteau provoquait sa rétraction isolée; le même choc répété suscitait une chasse d'eau avec fermeture brusque des valves produisant un claquement sec comme celui de mâchoires essayant de mordre, avec réouverture; et enfin grâce à une chasse d'eau plus brusque, le Pecten faisait un bond et allait retomber loin de là, évitant ainsi l'excitant, car on sait que ces mollusques sont susceptibles de sauter ainsi dans l'eau à de grandes distances, de voltiger même parfois avec une grande agilité.

De même, lorsqu'on heurte modérément le bras d'un ophiure en marche (*Ophiothrix fragilis* par exemple) on obtient une réaction locale du bras en général, une incurvation; mais si l'excitation se répète, tous les autres bras vont réagir par un changement de direction dans la marche, changement qui aura pour effet un éloignement immédiat de l'excitant. Un fait analogue et intéressant a été signalé par Bohn chez un autre ophiure (*Ophiolepis albida*) et chez l'astérie commune (*Asterias rubens*); lorsqu'on excite un bras avec une intensité suffisante, l'animal fuit en prenant la direction juste opposée, en ligne droite;

1. G. Bohn. Introduction à la psychologie des animaux à symétrie rayonnée. II. Les essais et erreurs chez les étoiles de mer et les ophiures. *Bull. de l'Inst. gén. psychol.*, 1908, 8e année, nº 1, p. 13-14 et 71.

mais si l'on répète les excitations, il se produit en outre une rotation sur elle-même de l'étoile de mer, qui échappe ainsi bien plus vite à l'excitant.

Ou bien encore, si l'on heurte un tentacule d'un escargot quelconque en marche, le tentacule se rétracte purement et simplement; si l'on répète ces heurts, l'escargot tourne et évite l'endroit dangereux. Frandsen a fait cette même observation chez la limace (*Limax maximus*)[1].

§ 4. — VARIATIONS DANS LA NATURE DES RÉACTIONS.

Dans ces derniers cas, la réaction devient plus intense, mais elle change aussi, en réalité, de nature. Et l'adaptation par modification qualitative de la réaction devient bien alors un signe indiscutable d'une persistance mnémonique.

Or, les faits de ce genre sont très fréquents : une larve de Coléoptère, d'Hydrophile, par exemple, sur laquelle on a, à plusieurs reprises, déposé de l'huile, se défend en soulevant très au-dessus de l'eau son appareil stigmatique, afin d'éviter alors le contact avec le liquide nocif[2].

La Balane donne encore un exemple intéressant du phénomène; quand une ombre s'est produite, la Balane rentre ses cirrhes et reste fermée quelque temps, puis elle recommence ses mouvements périodiques; mais au début, elle entr'ouvre prudemment son opercule, sort timidement, explorant, en quelque

1. Frandsen. Studies on the reactions of *Limax maximus* to directive stimuli. *Proceedings of American Academy of Arts and Sciences*, 1901, t. XXXVII, p. 185.

2. P. Portier. Recherches physiologiques sur les insectes aquatiques. V. Action des corps gras sur l'appareil stigmatique. Mécanisme de la lutte des larves aquatiques contre les phénomènes d'asphyxie. *C. R. Soc. de Biolocie*, 1909, t. LXVI, n° 12, p. 496-499.

sorte, le milieu, au lieu de la sortie franche et brusque habituelle; il y a donc modification des réactions ultérieures par l'expérience passée.

Et, de même, un Couteau (*Solen ensis*, par exemple), qu'on fait sortir de son trou en y enfonçant du sel, ce qui provoque momentanément une augmentation de la tension osmotique menaçante pour l'intégrité de ses tissus, lorsqu'on cherche à le saisir au moment où il sort, se renfonce : or il ne se laissera plus prendre à ressortir si l'on met encore du sel; des deux dangers, il évite celui qui a été révélé par une expérience passée et non le danger actuel[1].

Le fait est bien plus net encore avec un annélide de la classe des annélides errants et qui vit pourtant dans un tube qu'il sécrète sur les plages de sable, à la façon des annélides sédentaires, la Diopatre (*Diopatra neapolitana*) que j'ai pu étudier à Arcachon, où elle est très commune : si l'on introduit du sel dans son tube plein d'eau à consistance caoutchouteuse, qui dépasse le sable d'un à deux centimètres, on ne tarde pas à voir l'eau monter et déborder, puis une chasse brusque se produit, expulsant le sel non encore dissous, et enfin l'eau sort toujours et l'on voit apparaître un bouquet de tentacules et les premiers segments de l'annélide. Cherchez à saisir celui-ci, d'un mouvement brusque, il s'échappe, se renfonce, et vous aurez beau remettre du sel, il ne sortira plus, tandis que si vous le laissez rentrer spontanément, il ressortira encore à plusieurs reprises.

La défiance se développe comme elle se dissipe et il n'est pas besoin de citer les phénomènes nombreux qui ont été signalés, d'animaux plus curieux qu'inquiets à la vue de l'homme, lorsque ce dernier pénètre pour la première fois dans une île ou dans une région

1. Le fait a été constaté par Hachet-Souplet. (*Examen psychologique des animaux*, ch. V, p. 25.)

inexplorée, puis rapidement devenus sauvages et méfiants lorsque la puissance destructrice humaine a été expérimentée, l'instinct de fuite ainsi développé se transmettant même aux générations suivantes[1].

Mais ce n'est pas seulement chez les animaux supérieurs que les phénomènes se manifestent, ni même exclusivement à partir d'un certain degré d'organisation; les animaux les plus simples nous montrent des faits du même genre.

L'hydre d'eau douce, après des stimulations répétées, cesse bien de réagir à des stimulants mécaniques, mais, si ceux-ci persistent, elle se détache et se déplace[2]. J'ai déjà signalé le même fait chez des actinies. Et il n'est pas jusqu'à des protozoaires dont les réactions ne varient sous l'influence de stimulations répétées, de telle sorte que tout se passe comme s'ils essayaient plusieurs moyens d'échapper à cette stimulation.

Jennings expérimente sur un infusoire cilié, le Stentor (*Stentor rœselii*, ainsi que sur deux autres très voisins, *Epistylis* et *Carchesium*) en soufflant près du protozoaire de la poudre de carmin; l'infusoire commence par se déplacer, se retourner dans sa gaine muqueuse qui entoure son pied; puis, il renverse brusquement, pour un instant, le sens de ses mouvements ciliaires; si cela ne fait pas encore cesser le phénomène, il se contracte complètement dans sa gaine; et enfin, comme dernier recours, il se détache,

1. Voir en particulier sur cette question, importante en ce qu'elle paraît donner la preuve de la transmission héréditaire d'un caractère acquis, d'une habitude individuelle: Ch. Bonaparte. Transmission of experience in Birds in the form of instinctive Knowledge. *Magaz. of Natural History*, 1838, t. II, p. 50.

2. G. Wagner. On some movements and reactions of *Hydra*. *Quaterly Journal of Microscopicat Science*, 1904, t. XLVIII, p. 585.

et abandonne son tube qui reste seul fixé à la place qu'il occupait[1].

Les Infusoires ciliés, d'ailleurs, à qui l'on donne du carmin, l'absorbent d'abord un certain nombre de jours, et finissent par le refuser, montrant bien, dans leurs réactions modifiées, une adaptation remarquable[2].

Enfin, je ne veux pas abandonner cette question de l'adaptation comme phénomène de mémoire sans signaler un cas tout à fait intéressant, qui ne concerne pas un être vivant pourvu d'un système nerveux comme les métazoaires que nous avons passés en revue, ni même un être vivant dépourvu de système nerveux comme les infusoires étudiés par Jennings, mais un organe — pourtant spécialisé dans une fonction toute autre que la fonction nerveuse — appartenant aux vertébrés supérieurs les plus différenciés.

Si le phénomène étudié par Demoor sur le foie est en réalité du domaine de la physiologie pure, du moins son rapprochement des faits psychologiques que nous avons examinés se justifie, en ce qu'il semble bien indiquer combien sont identiques dans leur nature fondamentale les phénomènes de la vie, et combien les divisions que nous sommes obligés de tracer relèvent plutôt de notre esprit et de nos méthodes d'investigations que de la nature des choses.

Un foie de chien isolé présente une mémoire adaptative très nette; et ce qui est vrai des cellules hépatiques l'est encore d'après les expériences de Demoor,

1. H. S. Jennings. Studies on reactions to stimuli in unicellulars organisms, t. X. On the behavior of fixed infusoria (*Stentor* and *Vorticella*), with special reference to the modifiability of protozoan reactions, *Amer. Journal of Physiology*, 1902, t. VIII, p. 23 sqq. Cf. aussi *Behavior of the lower organisms*, 1906, p 170-179.

2. S. J. Metalnikow. Comm. à la Soc. des Nat. de Saint-Pétersbourg. Cf. Bechterew. *L'activité physique et la vie.* Trad. Keraval, 1907, p. 92.

des cellules rénales ou des cellules pulmonaires. Mais comment établir l'existence de cette adaptation?

Demoor isole le foie d'un chien anesthésié et le transporte dans un récipient plein de vaseline et qui peut être clos hermétiquement par un couvercle métallique; il assure une circulation d'une solution saline à travers l'organe par pénétration au moyen d'une canule dans la veine porte et sortie par une autre canule, engagée, celle-ci, dans la veine sus-hépatique ; deux tubulures du couvercle métallique laissent passer les conduits d'arrivée et de départ de la solution circulante; par une troisième ouverture du couvercle, le contenu du récipient est mis en communication avec un tambour inscripteur de Marey, et l'on a ainsi un pléthysmographe qui enregistre toute variation de volume du foie ainsi isolé.

Dans ces conditions, on constate que la circulation étant réalisée avec une pression constante, à la température de 38°, il n'y a pas de variation du volume du foie si la solution de chlorure de sodium a une concentration de 10 grammes pour 1000, ce qui assurerait l'isotonie. Mais, si l'on fait passer une solution à une concentration inférieure, c'est-à-dire hypotonique, 6 ou 7 pour 1000, par exemple, on note une variation volumétrique de l'organe : le foie se gonfle. L'analyse du liquide circulant à sa sortie de l'organe indique qu'il y a eu absorption d'eau par les cellules hépatiques et, par suite, augmentation de la concentration de la solution. En revanche, si la concentration de la solution est trop élevée, si elle atteint 11 ou 12 pour 1000, si elle est hypertonique, en un mot, le foie diminue de volume, parce qu'il cède de l'eau à la solution, ce qui diminue sa concentration et tend à la rapprocher de l'optimum que réalise l'isotonie.

Les variations adaptatives sont des réactions cellulaires fonctionnelles, qui disparaissent dès que les cellules meurent. La réaction se trouve d'ailleurs être

sans effet, parce que le liquide circulant est indéfiniment renouvelé, tandis que, dans les conditions normales de vie, le liquide circulant étant toujours le même et en quantité très limitée, l'organe peut arriver à rapprocher toujours de l'isotonie un liquide hypertonique ou hypotonique. Cette réaction est donc inutile dans les conditions de l'expérience et ne peut continuer indéfiniment, bien entendu, aussi cesse-t-elle au bout de quelques instants; le volume du foie redevient immuable, et l'organe s'accommode, somme toute, de la concentration imposée du liquide circulant.

Mais, lorsque le foie est ainsi adapté à une solution hypotonique, à 7 pour 1000, que va-t-il se passer lorsqu'on fera passer une solution à 9 par 1000, solution qui est encore hypotonique, mais qui l'est moins? Dans ce cas, le foie, qui s'est accommodé de la solution qu'on lui imposait, va protester contre l'augmentation de la concentration; et il va céder de l'eau comme vis-à-vis d'une solution hypertonique, ce qui sera décelé par la diminution du volume hépatique. L'adaptation à la solution de trop faible concentration est donc bien persistante et régit les réactions à des variations nouvelles[1].

Il n'est malheureusement guère possible de déterminer la durée approximative de cette persistance, car on n'est pas en présence d'une méthode d'excitations discontinues telles qu'on en puisse régler les intervalles; la continuité de la circulation est nécessaire, et tout arrêt provoquerait, pour le moins, une perturbation grave. Et cette perturbation ne permettrait plus de tirer des conclusions de ce qui se passerait au rétablissement de la circulation après de plus ou moins longs intervalles.

1. J. Demoor. *Mémoires de la Classe des Sciences de l'Académie royale de Belgique*, 2e série, t. II, octobre 1907.

Mais, si l'étude expérimentale de la mémoire du foie ne peut être poussée bien loin, le fait lui-même n'en demeure pas moins singulièrement suggestif.

§ 5. — ÉVALUATIONS NUMÉRIQUES FONDÉES SUR L'ÉTUDE DE LA MÉMOIRE ADAPTATIVE.

On a pu voir, en résumé, que les études sur l'adaptation permettaient des investigations précises et fécondes relativement aux phénomènes de mémoire chez les êtres vivants. C'est même, pour les organismes inférieurs, la seule méthode expérimentale, et, au fond, toutes les recherches sur les animaux, en particulier celles de Thorndike et de ses nombreux imitateurs, se basent sur un perfectionnement de cette méthode fondamentale : les adaptations qu'on réalise et qu'on tente d'analyser ne diffèrent que de complexité de tous les cas d'adaptation relativement simples que nous avons examinés. Et il est possible de faire des évaluations comparatives des persistances mnémoniques chez les animaux inférieurs, évaluations numériques non dépourvues de valeur.

En s'adressant à l'adaptation aux obscurations répétées, c'est-à-dire à la suppression d'une réaction, qualifiée de sensibilité différentielle par Loeb qui paraît y voir un phénomène extrêmement simple, j'ai pu, par la méthode d'économie qu'Ebbinghaus a employée avec tant de succès dans l'étude de la mémoire humaine, suivre exactement l'amortissement des effets des phénomènes antérieurs, des traces mnémoniques, chez des Gastéropodes ; et, nous aurons occasion d'y revenir, la *loi* de ce qu'on peut appeler l' « oubli » chez les Limnées est exactement la même que celle qui concerne l'oubli des souvenirs sensoriels complexes chez l'homme civilisé !

Voici en quoi consiste la méthode et quels furent les résultats :

Si l'on procède à intervalles réguliers — toutes les dix secondes par exemple — à des obscurations de durée constante, chez une Limnée éclairée par une source de lumière d'intensité invariable, on obtient une suppression des réactions au bout d'un nombre donné d'excitations. Mais, si l'on attend quelques instants, l'animal réagit à nouveau ; seulement, si on cherche combien il faudra cette fois d'excitations pour abolir la réaction, on s'aperçoit qu'il s'adapte plus vite; tout effet des obscurations antérieures n'est donc pas encore évanoui; il persiste une certaine action de ces obscurations; et, ce qui persiste, la trace latente, et révélable par cette méthode, peut être mesurée par l'économie d'excitations constatée dans la première série.

S'il a fallu dix excitations la première fois et que cinq suffisent la seconde, on en économise cinq, soit la moitié, 50 pour 100 du nombre primitif. On peut alors suivre cette économie au fur et à mesure du temps écoulé jusqu'à sa suppression complète, correspondant au moment où l'influence antérieure amortie, la trace effacée, n'est plus révélable, du moins de cette manière.

J'ai trouvé, dans ces conditions, chez la Limnée, que, lorsque l'animal, après quelques obscurations, cesse de réagir au bout de 10 secondes — ce qui représente une économie de 100 pour 100, un souvenir total — le pourcentage de l'économie tombe à environ 91 au bout de 20 secondes, 82 au bout de 30, 71 au bout d'une minute, 60 au bout de 2, 50 au bout de 5, 42 au bout de 10, 36 au bout de 20, 27 au bout de 40, 17 au bout d'une heure et 10 au bout de 2 heures[1]. Or ces chiffres s'ordonnent suivant une

1. H. Piéron. La loi d'évanouissement des traces mnémoniques en fonction du temps chez la Limnée. *C. R. de l'Académie des*

courbe très semblable à celle qui correspond à la formule qu'a établie Ebbinghaus pour la mémoire des syllabes chez l'homme comme nous le verrons plus tard[1]. Et la formule tirée de mes recherches sur les Limnées peut même s'appliquer avec une approximation satisfaisante aux chiffres expérimentaux concernant l'évanouissement des souvenirs humains.

En tout cas, cette analogie profonde nous montre bien quelle est la précieuse valeur des phénomènes d'adaptation pour l'étude expérimentale de la mémoire chez les animaux inférieurs.

Sciences, séance du 13 septembre 1909. — L'adaptation aux obscurations répétées comme phénomène de mémoire chez les animaux inférieurs. *Archives de Psychologie*, 1909, nº 33, p. 39.

1. Voir figure 19, page 259.

CHAPITRE III

L'ACQUISITION DES HABITUDES

---

§ 1. — INCERTITUDE DE LA DÉLIMITATION ENTRE LES FAITS D'ADAPTATION ET LES HABITUDES.

Les phénomènes d'adaptation que nous venons d'examiner peuvent être considérés, pour la plupart, comme des acquisitions d'habitudes. Mais s'habituer à la répétition d'une excitation peu ou point nocive est relativement simple, trop simple, d'après certains pour que le nom d'habitude puisse convenir, ce mot devant être réservé au cas où un animal « apprend » à modifier ses réactions dans son intérêt.

En réalité, le problème de la détermination du moment où un animal commence à « apprendre » au lieu de « s'adapter » est beaucoup plus du ressort de notre appréciation subjective que de l'analyse impartiale des faits; et la même réaction sera envisagée de deux façons différentes suivant qu'elle se rencontrera chez un animal très inférieur ou chez un vertébré des classes supérieures.

Beaucoup d'auteurs interprètent comme si elles avaient été apprises les réactions modifiées que nous avons rangées dans les phénomènes d'adaptation : Nagel déclare que le mollusque qui cesse de se protéger dans sa coquille au passage d'une ombre, lorsque cette ombre se répète, a appris que l'ombre,

qui lui paraissait une menace, ne présageait en réalité nul danger, et renonce dès lors à une défense inutile. On en vient dès lors à supposer presque une série de raisonnements à la base de cet acte d'apprendre.

L'opinion de Nagel est d'ailleurs en général vivement critiquée, et avec raison; on tend à opposer à cette interprétation celle d'une simple fatigue provoquée par la répétition. Mais nous avons vu que cette dernière hypothèse était absolument réfutée par les faits; ce qui n'implique pas qu'il faille dès lors adopter l'interprétation de Nagel, qui reconstruit en l'air la genèse d'un phénomène dont la nature intime nous échappe.

Il n'y aurait, pour d'autres auteurs, acquisition d'habitude, que lorsqu'il se produirait un phénomène de mémoire associative, lorsque l'animal apprendrait à profiter de l'expérience en réagissant à des facteurs incapables de provoquer cette réaction autrement que par une association, — persistant dans les souvenirs de cet animal, — avec un facteur efficace.

Mais, d'une part, nous avons montré que la mémoire associative ne différait pas essentiellement des phénomènes de persistance plus simples; et, d'autre part, cette définition de l'habitude serait bien étroite et ne s'appliquerait plus aux phénomènes incontestables d'acquisition d'habitudes chez les animaux étudiés par la méthode du labyrinthe par exemple, et ne s'appliquerait pas non plus aux phénomènes d'habitudes constatés chez l'homme et pour lesquels l'emploi de ce terme est consacré.

On doit donc bien se convaincre qu'entre l'adaptation, telle que nous l'avons étudiée, et l'acquisition d'habitudes que nous allons examiner, il n'y a pas de différence profonde, que la complexité seule varie.

Nous allons nous trouver en présence de phéno-

mènes tout à fait de même ordre, mais où il ne s'agira plus de l'action due à la répétition d'excitants simples comme c'était le cas pour tous les faits du chapitre précédent.

§ 2. — L'ACQUISITION DES HABITUDES CHEZ LES INVERTÉBRÉS INFÉRIEURS.

Il existe chez les Cœlentérés déjà des phénomènes d'acquisition d'habitudes.

C'est ainsi que l'actinie commune (*Actinia equina*), qui se rencontre sur les rochers, fixée dans toutes les positions par rapport à la direction de la pesanteur, l'axe du corps dirigé vers le haut, ou vers le bas, ou transversalement, paraît bien s'habituer à une position déterminée. En effet, lorsqu'on recueille des actinies placées en diverses positions et qu'on les place en cristallisoir, on constate chez elles une tendance assez nette à reprendre, en se fixant, la même position que celle qu'elles avaient précédemment; et, en particulier, si l'on place sur le fond du récipient, la bouche en haut, des actinies dont certaines avaient la bouche en haut et d'autre la bouche en bas, on constate que les premières se fixent rapidement dans cette position et que les secondes se déplacent ou du moins ne se fixent ainsi que beaucoup plus tardivement[1].

L'habitude est nette, mais elle n'est pas absolument impérative et elle paraît assez fugace. Il resterait évidemment à déterminer si elle est longue à acquérir et à préciser la durée de son influence.

Les mêmes actinies paraissent en outre susceptibles d'acquérir des habitudes plus complexes et impliquant un phénomène de mémoire associative au

1. I. Van der Ghinst. Quelques observations sur les actinies. *Bull. de l'Inst. gén. psychol.*, 6e année, 1906, no 3-6, p. 257 sqq.

sens de Loeb : placées sur des saillies rocheuses, elles se ferment très tôt au départ de la mer et gardent une grande quantité d'eau dans leur cavité interne, fermant étroitement l'orifice supérieur par une contraction énergique du sphincter ; elles évitent ainsi la dessiccation et peuvent attendre sans dommage le retour de la marée. Mais, si l'on garde longtemps sous une couche d'eau des actinies recueillies sur les rochers, ces actinies, lorsqu'on les laisse à sec, ne se ferment pas ou du moins ne se ferment que tardivement et après avoir laissé écouler une grande partie de l'eau de leur cavité générale, s'exposant ainsi à une dessiccation rapide. Si on les replace alors dans leur habitat primitif où elles sont à nouveau soumises aux oscillations régulières des marées, elles ne tardent pas, après avoir souffert quelques jours de la dessiccation, à se fermer très tôt et à garder précieusement leur eau[1].

Elles se protègent d'avance contre la dessiccation, elles réagissent par anticipation, et, en un sens, on peut dire qu'elles apprennent à perfectionner leur adaptation, sans qu'il soit nécessaire bien entendu de faire appel, pour rendre compte de ce phénomène que nous constatons dans ses effets et non dans son mécanisme, à une interprétation très complexe, comme

1. De même, les actinies des mares situées à de hauts niveaux se ferment beaucoup plus tôt, lorsque la teneur de l'oxygène de l'eau diminue, que celles des bas niveaux : elles sont adaptées à résister à l'asphyxie, la position fermée entraînant une bien moindre consommation d'oxygène. Dans les mares élevées, l'oxygène diminue très rapidement en effet au cours des basses mers nocturnes, et les animaux qui y vivent risqueraient d'asphyxier si leur consommation d'oxygène était intense.

C'est ce que négligent de dire certains critiques qui contestent les résultats que j'ai mis en lumière, quand ils s'appuient sur les chiffres de mes dosages pour déclarer que l'oxygène des mares littorales ne diminue pas et augmente même pendant les basses mers, ceci n'étant vrai qu'à la lumière, à cause de la fonction chlorophyllienne des algues.

Nagel le faisait pour des phénomènes encore plus simples d'adaptation aux obscurations répétées sur des mollusques.

Les mollusques peuvent d'ailleurs présenter un cas absolument identique à celui des actinies ; c'est celui de l'huître, que nous avons déjà signalé.

L'huître apprend, en effet, à garder dans ses valves hermétiquement closes, lorsqu'elle est placée à sec, une suffisante quantité d'eau pour lui permettre de vivre longtemps sans se dessécher.

Mais il ne faudrait pas exagérer la mémoire de l'huître, comme certain auteur qui déclare que, « tous les parqueurs le savent, l'huître qui, une seule fois, a fait l'expérience désastreuse pour elle d'ouvrir ses valves hors de l'eau, et en a éprouvé les inconvénients, ne commet jamais plus cette imprudence[1] ».

Sauvageau, qui releva cette affirmation étrange, a donné, après une étude personnelle effectuée à Marennes, des renseignements plus exacts sur les pratiques ostréicoles actuelles relatives à cette éducation du mollusque[2] : « Les huîtres retirées des claires, dit-il, sont entassées [dans des dégorgeoirs], et l'ostréiculteur y puise directement pour ses expéditions. On laisse écouler l'eau pour faciliter les manipulations ; mais pendant ce temps l'huître reste à sec ; ce n'est pas le moment où elle engraisse le plus, comme le croyait M. Vaillant, mais cela l'habitue à un séjour plus ou moins prolongé hors de l'eau ; quand on l'expédiera, elle tiendra ses valves bien fermées, gardera son eau, et arrivera fraîche jusqu'au consommateur. Les huîtres de viviers (ayant déjà subi l'action des marées) restent nor-

1. Pottier. Les huîtres comestibles et l'ostréiculture. *Encyclopédie des Connaissances pratiques*, 1902, t. XIV, p. 181.

2. Camille Sauvageau. Le verdissement des huîtres par la diatomée bleue. *Société Scientifique d'Arcachon. Station Biologique. Travaux des Laboratoires*, 10e année, 1907, p. 85.

malement une semaine dans les dégorgeoirs; les huîtres des claires (submergées depuis leur arrivée d'Arcachon ou d'Auray) nécessitent un séjour plus long; elles y restent quinze jours et davantage avant d'avoir pris l'habitude de rester obstinément fermées quand elles sont à sec. »

Il semble, en revanche, que cette éducation n'est pas également nécessaire chez tous les Lamellibranches : les huîtres portugaises (*Gryphæa arcuata*), à la différence des huîtres françaises (*Ostrea edulis*), ont des dispositions naturelles pour résister à la dessiccation. Alors même qu'on les recueille sur des bancs situés à une certaine profondeur, où l'émersion ne s'effectue jamais au cours du balancement des marées, elles restent, une fois à sec, obstinément fermées pendant très longtemps et ont ainsi une résistance tout à fait remarquable : on en trouve par exemple, encore vivantes, sur le sable des plages où elles ont été jetées par la mer au cours d'une grande marée après qu'une tempête les a arrachées de leur support, bien que l'on soit en période de morte eau, que la mer ne soit plus venue à elles depuis plusieurs jours, et qu'elles aient été exposées aux rayons brûlants du soleil d'été.

En tout cas, une huître française qui ne sait pas se protéger contre la dessiccation apprend à le faire par une anticipation adaptative; et si un Lamellibranche fixé, chez lequel les phénomènes d'activité présentent tout naturellement une régression, offre des faits de ce genre, nul doute qu'on en puisse trouver de plus nets encore chez les Gastéropodes et surtout chez les Céphalopodes dont le psychisme est particulièrement évolué, par exemple chez les poulpes, qui paraissent supérieurs à un grand nombre de vertébrés et dont l'étude précise révélera certainement des faits très intéressants.

La formation d'habitudes a été signalée encore,

d'ailleurs, chez des animaux très inférieurs aux mollusques, chez des échinodermes : des Astéries et des Ophiures (*Asterias rubens*, *Ophiolepis albida* et *O. ciliata*), lorsqu'on répète une excitation mécanique sur un des bras, réalisent une rotation sur eux-mêmes, leur permettant de s'éloigner plus vite du point où agit l'excitant, ce que nous avons signalé comme phénomène d'adaptation, et ils peuvent s'habituer à réagir de cette manière à la première excitation, dans un cas particulier, lorsqu'ils sont privés de quelques-uns de leurs cinq bras, lorsqu'ils sont réduits par exemple à trois bras[1] : c'est bien une habitude nouvelle qui s'est ainsi trouvée acquise.

§ 3. — L'ACQUISITION DES HABITUDES CHEZ LES ARTHROPODES.

Des études expérimentales ont montré que les Arthropodes pouvaient aussi acquérir des habitudes, bien que Bethe ait nié que les crabes, par exemple, puissent profiter de l'expérience. Six fois de suite, Bethe constata qu'un crabe enragé commun (*Carcinus mænas*), qu'il lâchait dans un aquarium, se précipitait dans le coin le plus sombre, bien que chaque fois il y ait été saisi par un céphalopode, une Élédone, et qu'on l'ait dégagé; il remarqua aussi que, si l'on frappe un crabe lorsqu'il vient saisir un morceau de viande qu'on lui tend à la main, il revient malgré tout chaque fois.

Des expériences négatives avec un aussi petit nombre d'essais ne permettent certes pas les conclusions générales que Bethe, surtout préoccupé d'idées *a priori* ne manqua pas de proclamer *urbi et orbi*.

Des conclusions du même ordre, et aussi peu jus-

1. G. Bohn. De l'acquisition des habitudes chez les étoiles de mer, *C. R. Soc. de Biologie*, 1908, t. LXIV, p. 633-635. — Les essais et erreurs chez les étoiles de mer et les ophiures. *Bull. de l'Inst. gén. psych.*, 1908, 8[e] année, n° 1, p. 44-47, et p. 71.

tifiées, ont été récemment émises par un entomologiste, Plateau, qui reprit après Forel des expériences dans lesquelles il attrapait des bourdons sur des fleurs, les maltraitait parfois, puis les relâchait, cela trois et quatre fois de suite, et constatait ensuite le retour fréquent des mêmes individus aux mêmes endroits.

Il conclut ainsi : « L'attraction exercée sur l'Insecte Hyménoptère par les fleurs qu'il a commencé à visiter l'emporte sur tout, captures répétées..., rien ne modifie le désir impérieux, autrement dit l'instinct de l'animal, qui retourne à sa plante, en oubliant immédiatement les faits assurément extraordinaires qui viennent de troubler sa paisible existence... Oui, je conclus que chez les Bourdons, et vraisemblablement chez les autres Insectes, la mémoire des faits n'existe pas »[1].

Si on laisse de côté l'expression de « mémoire des faits », qui n'est pas heureuse, le raisonnement se ramène à ceci : l'instinct est tellement fort qu'il l'emporte sur tous les autres facteurs, d'où je conclus que ces autres facteurs n'existent pas. Je ne sais si Plateau accepterait un raisonnement consistant à établir que, si un homme est tellement la proie de ses passions qu'il se comporte comme s'il n'avait pas de famille, c'est que réellement il n'a aucune famille ; il est pourtant rigoureusement calqué sur le sien.

En réalité, Plateau s'est mis dans des conditions impropres à l'acquisition d'une habitude, comme Bethe, et les essais ne furent pas assez nombreux, comme ceux de Bethe ; or justement des expériences précises, faites avec des crustacés, ont montré que les répétitions nécessaires à la genèse de l'habitude devaient être très nombreuses.

Enfin, en ce qui concerne l'assertion de Bethe,

1. F. Plateau. Les Insecte sont-ils la mémoire des faits ? (Observations sur les Bourdons). *Année Psychologique*, 15e année, 1908, p. 148-159.

des observations faites sur les crabes eux-mêmes lui donnent un démenti formel. Bethe, préoccupé de montrer que tous les invertébrés sont des « machines réflexes », leur dénie toute mémoire sur des faits négatifs hâtivement observés, uniquement, encore une fois, pour des raisons théoriques.

M[lle] Drzewina [1] a noté que des crabes (*Carcinus mænas*), vivant sur du sable, se dirigent toujours vers la mer quand ils fuient, grâce à un sens de l'humide qui paraît très développé chez eux. Mais des crabes, qui vivent habituellement dans des massifs rocheux, se dirigent, au contraire, uniquement vers des ombres annonçant la présence de roches et d'anfractuosités où ils se cachent ou s'acculent pour se défendre. Seulement, l'origine de ces tendances reste douteuse ; il est probable qu'elles sont individuelles, mais rien ne prouve qu'elles ne puissent être héréditaires.

En revanche, chez un autre crabe, extrêmement agile et fort intéressant, le Grapse (*Pachygrapsus marmoratus*), le même auteur a mis en évidence la formation expérimentale d'une habitude. Ayant remarqué que, dans l'obscurité, l'approche d'une lumière les faisait accourir, elle disposa donc dans un aquarium une cloison de verre où se trouvait ménagée une porte latérale, et remarqua combien de temps il fallait, à chaque expérience, pour que chaque crabe trouvât la porte et vînt jusqu'à la paroi près de laquelle était approchée une bougie ; ce temps diminuait très rapidement, indice d'une acquisition d'habitude effectuée en très peu de jours, et reconnaissable même aux détails de la marche du crabe :

« Les Grapses exercés présentent souvent, dit l'auteur, dans leur passage à travers la porte, une assurance parfaite ; quand, au moment où on éclaire

1. Anna Drzewina. Les réactions adaptatives chez les crabes. *Bull. de l'Inst. gén. psychol.*, 8[e] année, 1908, n° 3, p. 235-255.

l'aquarium, ils se trouvent du côté opposé à la porte, ils prennent aussitôt la direction en diagonale; comme, d'autre part, la porte a été taillée assez étroite, de sorte que les Grapses de taille un peu élevée (2 à 3 centimètres) ne peuvent pas la passer de front, on les voit, au moment où ils s'approchent d'elle, faire un quart de tour, ce qui leur permet de la franchir latéralement d'un trait. »

Au cours de ces expériences, les Grapses montrèrent aussi, comme presque tous les animaux, leur capacité d' « apprivoisement » ; tandis qu'au début ils fuient en dressant leurs pinces quand on s'approche d'eux, ils demeurent bientôt indifférents.

La mémoire des Grapses est donc bien nette ; malheureusement la rapidité d'acquisition de l'habitude, qui paraît très grande, n'a pas été établie de façon précise par une courbe du temps de passage pour tous les crabes et toutes les expériences, supposées faites à intervalles égaux; et, d'ailleurs, les Grapses pouvaient s'exercer librement en tout temps, la porte de la cloison n'étant jamais close.

Plus précises avaient été les expériences de Yerkes sur un *Carcinus* (*C. granulatus*), placé dans une boîte conduisant à un aquarium par un passage sur deux; dans ces conditions, le temps avait décru progressivement, mais, après 50 essais, l'habitude n'était pas encore parfaite[1].

Les expériences de Yerkes et Huggins sur une écrevisse étaient très analogues à celles-là[2]; ils disposent dans l'eau une boîte contenant à une extrémité un compartiment triangulaire avec un orifice conique s'ouvrant dans l'intérieur de la boîte et au milieu;

1. R. M. Yerkes. Habit formation in the green crab, *Carcinus granulatus*. *Biological Bulletin*, 1902, t. III, p. 241 sqq.
2. R. M. Yerkes et G. E. Huggins. Habit formation in the Crawfish, *Cambarus affinis*. *Harvard Psychological Studies*, t. I, p. 565-577, 1er janvier 1903.

du côté opposé, deux couloirs de sortie, dont l'un est fermé par une glace, celui de droite, à cause d'une certaine tendance spontanée de l'écrevisse à se diriger vers la droite (fig. 4). L'animal est placé dans le compartiment, d'où il sort, et s'engage dans l'un des couloirs, et, s'il se dirige mal, il se heurte à la glace et ne peut sortir. Les essais étaient répétés deux fois par jour en moyenne. Les choix heureux étaient au début dans une proportion de moitié, celle que les lois du hasard permettaient de prévoir, soit 50 pour 100; mais, au bout de 60 essais, effectués en

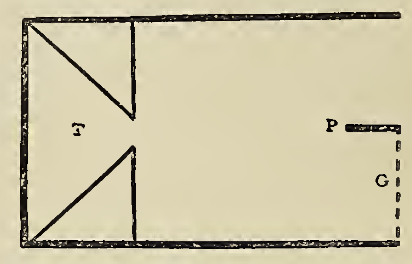


Fig. 4. — *Labyrinthe très simple employé par Yerkes et Huggins dans leurs expériences sur l'écrevisse.* — T, est le compartiment où est placé l'animal; G, la plaque de verre obstruant un des orifices de sortie (d'après Yerkes).

un mois, le progrès était réel, quoique lent; il n'y avait plus que 10 p. 100 d'erreurs, soit 90 pour 100 de choix exacts. Enfin, après deux semaines écoulées sans renouvellement d'essais, le souvenir se laissait encore déceler par la proportion — supérieure encore de 20 pour 100 à la probable — de 70 pour 100 de bons choix.

Les auteurs, dans un cas où l'habitude fut complètement acquise, après 250 essais, effectués à raison de plusieurs chaque jour, renversèrent la position de la cloison de verre; au début, l'écrevisse mit beaucoup de temps à trouver l'autre sortie, du côté qui

était habituellement obstrué; mais, au bout d'un certain temps, elle perdit l'ancienne accoutumance pour en adopter une nouvelle.

Dans une autre série d'expériences, avec une boîte placée à sec dont le fond en pente conduisait à un aquarium, après 45 jours d'essais et une moyenne de 10 essais par jour, l'habitude n'avait pas encore été parfaitement acquise.

L'acquisition, dans des circonstances pourtant très simples, est donc chez cet animal extraordinairement lente, ce qui montre qu'il faut avoir de la patience et ne pas nier la faculté d'acquisition après quelques insuccès. Mais la comparaison, effectuée dans les mêmes conditions avec les Grapses, montrerait une supériorité énorme de ces derniers.

Un fait de perfectionnement graduel a été également signalé chez un autre crustacé, un Pagure ou Bernard l'Ermite, par Spaulding[1]. Un aquarium est divisé par un grillage en une moitié qui est éclairée et une moitié qui reste obscure; il y a dans le grillage un orifice étroit. Les Pagures, qui cherchent la lumière, sont placés dans la moitié éclairée et y demeurent. Mais on place de la nourriture du côté obscur; le premier jour, un dixième des individus seulement pénètrent de ce côté pour chercher des aliments; mais le huitième jour, presque tous y arrivent et en peu de temps (5 minutes); après un lavage de l'aquarium, on ne remet plus de nourriture et l'on constate que, par un simple phénomène de mémoire, 24 pagures sur 28, au bout de cinq minutes, ont pénétré dans la zone où ils trouvaient habituellement à manger.

Enfin la méthode du labyrinthe a donné des résultats analogues chez les insectes, ou du moins chez un

1. E. G. SPAULDING. An Etablishment of association in Hermit-crabs (*Eupagurus longicarpus*), *Journal of Comp. Neurology and Psychology*, 1906, t. XIV, p. 49-61.

insecte, car ces expériences sont encore très peu nombreuses[1]. C'est Miss Fielde[2] qui a employé cette méthode sur une fourmi d'Amérique (*Stenamma fulvum piceum*); cette fourmi revient sur son chemin en suivant exactement la trace de son passage, qu'elle perçoit à l'odeur laissée; elle suit ce chemin dans tous ses méandres, et l'interruption de la trace la désoriente; mais, après un certain nombre de passages, cette interruption n'agit plus; il y a un automatisme acquis, une habitude, c'est-à-dire un phénomène de mémoire musculaire.

Des expériences précises pourraient, d'ailleurs, être effectuées dans des conditions plus intéressantes chez les insectes, et, en particulier, chez les hyménoptères, dont un grand nombre d'espèces manifestent une supériorité incontestable.

§ 4. — L'ACQUISITION DES HABITUDES CHEZ LES VERTÉBRÉS INFÉRIEURS (POISSONS, BATRACIENS, REPTILES).

C'est surtout chez les Vertébrés qu'a été étudiée l'acquisition des habitudes, et les poissons ont été l'objet de plusieurs travaux.

Les expériences ont consisté pour la plupart en ceci : apprendre à l'animal à ne plus se heurter contre

1. Les expériences de Holmes sur un hémiptère aquatique (*Ranatra*), paraissent bien donner un exemple d'acquisition d'habitude : cet insecte, qui se dirige vers la lumière, lorsqu'on place sa tête à l'opposé de la direction des rayons lumineux et qu'on obscurcit l'œil droit, tourne naturellement sur la gauche; mais si on l'a placé un certain temps dans des conditions telles qu'il soit toujours obligé de tourner à droite, replacé dans les mêmes conditions que précédemment, il tournera cette fois sur la droite, en sens inverse de la rotation naturelle. (S. J. Holmes. The reactions of *Ranatra* to light. *Journal of comp. Neurology and Psychology*, 1905, t. XV, p. 305 sqq.)

2. A. M. Fielde. Further study on an Ant. *Proceedings of Philadelphia Academy of Natural Science*, 1907, t. LIII, p. 521 sqq.

un ecran de verre absolument transparent et derrière lequel se trouve une proie ou sa demeure ; lui apprendre à trouver dans cet écran une ouverture seule susceptible de lui permettre de passer.

C'est ainsi qu'un brochet, dans un aquarium, voyant des goujons nager derrière une lame de verre, dont il n'a pas connaissance, se précipite sur la proie qui l'aguiche, et se heurte violemment; au bout de quelques expériences, il renonce à ces goujons décevants, alors même qu'on ôte le verre et qu'il pourrait satisfaire sa gourmandise, comme l'a constaté Möbius dans un travail déjà ancien [1].

Et les mêmes faits ont été notés par Triplett sur la perche [2]. Dans les aquariums, les poissons les plus divers apprennent à ne plus se heurter aux parois transparentes, et il en est de même naturellement des animaux plus élevés, des batraciens, comme les tritons, des oiseaux, etc. [3].

Mlle Goldsmith [4], dans une étude sur un petit poisson fort intéressant qui vit dans les mares littorales sur les côtes de France, le Gobius (*G. minutus*), a signalé également un fait de mémoire relatif aux expériences de heurt contre une paroi de verre, au cours de recherches sur une acquisition plus précise d'habitude.

Un de ces petits poissons, qui élisent leur demeure, qui « font leur nid », peut-on dire, dans des coquilles, se trouvait dans un aquarium cylindrique, partagé en

1. K. Möbius. Die Bewegungen der Thiere und ihr psychischer Horizont. *Schrift. des Naturwissensch. Vereins für Schleswig-Holstein*, 1873, t. I, p. 113 sqq.

2. N. B. Triplett. The educability of the perch. *American Journal of Psychology*, 1901, t. XII, p. 354 sqq.

3. Voir par exemple les observations de Thury (Observations sur les mœurs de l'hirondelle domestique. *Archives de Psychologie*, 1902, t. II, nº 5).

4. Marie Goldsmith. Recherches sur la psychologie de quelques poissons littoraux. *Bulletin de l'Institut général psychologique*, 1905, 5e année, nº 1, p. 53-61.

deux parties égales par une cloison de verre qui laissait seulement un étroit passage à l'une de ses extrémités, contre la paroi ; il sortait de sa coquille, placée dans une moitié de l'aquarium, suivait la paroi, tournait ainsi en pénétrant dans l'autre moitié par le passage, et allait se heurter, dans son voyage d'exploration, à la cloison transparente ; il rebroussait chemin alors et retournait dans sa coquille, pour recommencer bientôt ; mais, après trois ou quatre tentatives, il montra qu'il était habitué à la présence de l'obstacle, en rebroussant chemin avant de l'avoir atteint ; et, la lame de verre enlevée, il continua quelque temps à se comporter comme si elle était toujours là, une barrière fictive l'empêchant toujours de passer ; puis, ayant franchi par hasard une fois ou deux cet obstacle imaginaire, il en vint, après quatorze voyages, au bout d'une heure et quart seulement après l'enlèvement du verre, à ne plus du tout présenter l'habitude qu'il avait acquise durant la présence de ce dernier.

Cette disparition de l'habitude, dans les conditions dont il s'agit, ne peut servir avec certitude à établir la durée de persistance du souvenir, le temps nécessaire à l'évanouissement : l'animal, étant libre d'explorer dans de nouvelles directions et de franchir, « par hasard », la région où se trouvait l'obstacle, était susceptible d'inhiber la tendance acquise avant son évanouissement spontané. Un animal supérieur arriverait à coup sûr, dans de telles circonstances, à inhiber rapidement une habitude acquise, et on ne pourrait réellement en conclure à une moindre mémoire. Si on avait toujours affaire à des automatismes acquis par adaptation et disparaissant spontanément, les choses seraient évidemment plus simples, mais si des processus intellectuels interviennent dans l'acte d' « apprendre », il faut tâcher d'en éliminer l'action possible, quand on veut étudier surtout la mémoire, dont l'influence peut être complètement troublée.

En revanche, la courbe d'acquisition du souvenir chez le *Gobius* a été établie avec précision, en ce qui concerne l'habitude de trouver le passage unique faisant communiquer les deux moitiés de l'aquarium; le poisson se trouvant dans une moitié aperçoit à travers la paroi de verre sa coquille qui est dans l'autre; il cherche à l'atteindre et se heurte dix fois contre la cloison avant de trouver le passage; ramené de l'autre côté de la lame de verre, il ne se heurte plus que six fois avant de passer; dans un nouvel essai, trois heurts seulement; puis un seul dans un quatrième essai; au cinquième, après trois heures et demie, il n'hésite plus et va droit au passage latéral qui seul lui permet de rejoindre son abri.

Le lendemain, l'oubli paraît complet, mais il reste un souvenir latent, car. au lieu de trois heures et demie, il suffit cette fois d'un quart d'heure pour que le poisson apprenne à regagner sa demeure; et, les jours suivants, il faut bien encore une réacquisition, mais elle est en tout cas très rapide.

On constate donc, chez le Gobius, une acquisition assez rapide, mais aussi un très rapide évanouissement de l'efficacité du souvenir; il resterait à rechercher si l'évanouissement du souvenir latent est également rapide en déterminant au bout de quel intervalle un temps aussi long serait nécessaire que pour l'acquisition primitive.

La même méthode d'étude de l'acquisition avait été employée déjà par Thorndike[1] sur un autre petit poisson marin (*Fundulus*); mais, comme le facteur d'activité était moins constant que la tendance du Gobius à retrouver son abri, qui permettait des expériences réitérées à très courts intervalles, comme c'était pour la recherche de la nourriture que le poisson était

1. E. L. Thorndike. A note on the psychology of fishes. *American Naturalist*, 1899, t. XXXIII, p. 923 sqq.

amené à passer d'une partie de l'aquarium dans l'autre, les résultats ne sont pas strictement comparables; ils le seraient si des expériences avec le Gobius se faisaient à de plus longs intervalles. Thorndike plaçait un Fundulus dans une moitié éclairée d'un aquarium, et il mettait de la nourriture dans l'autre moitié, maintenue obscure, et séparée de la première par un écran opaque, percé, dans un coin, en haut, d'une étroite ouverture. En deux jours, après une quinzaine d'essais pour passer, au cours desquels il arrivait de plus en plus vite à trouver le passage, le poisson apprit à se diriger droit vers l'ouverture du premier coup.

Dans les expériences à peu près identiques faites sur les Pagures, on constate qu'il fallait à la majorité trois ou quatre fois plus de temps pour arriver au même résultat; en revanche, il ne paraît pas qu'il en faille beaucoup plus chez les Grapses.

Des différences individuelles se manifestent d'ailleurs inconstablement chez les invertébrés, où les observations faites n'ont pas été dirigées dans ce sens, et à plus forte raison chez les vertébrés. J'en ai pu noter, en particulier, chez le Cyprin (*Carassius auratus*) qui par suite de sa domestication, depuis un nombre considérable de générations, a subi une certaine dégradation psychologique[1].

En donnant à ces Cyprins des vers de vase enfermés dans des tubes de verre, on obtient des attaques répétées et vaines des poissons, qui, plus ou moins vite, renoncent à une proie décevante, et, dès lors, méprisent même des vers libres placés près d'eux. Sur cinq individus examinés, l'un se livrait à 117 attaques le premier jour en une demi-heure environ, et quelques jours après à 3 seulement en un

1. Henri Piéron. Contribution à l'étude des phénomènes sensoriels et du comportement des Vertébrés inférieurs. *Bulletin de l'Institut général psychologique*, 1908, 8e année, no 4, p. 323.

quart d'heure, tandis qu'un autre, dans le même temps, aux mêmes moments, se livrait à 25 attaques seulement la première fois, et 12 encore la dernière.

Les Batraciens n'ont pas été aussi souvent étudiés que les Poissons, mais on doit à Yerkes[1] une série de recherches sur la grenouille verte (*Rana esculenta*). Malheureusement le facteur d'activité était insuffisant; la grenouille était seulement placée dans des conditions peu satisfaisantes, et devait être incitée à rechercher un endroit plus agréable, incitation qui peut être très variable et souvent même inefficace.

Une première série d'expériences, où l'animal enfermé dans une boîte ne pouvait s'échapper que par une fente supérieure de 5 centimètres, ne donna guère de résultats au point de vue du temps nécessaire à la sortie; les heurts contre la glace fermant la boîte se répétaient toujours en grand nombre, et la durée des essais ne diminuait pas nettement.

Des expériences par la méthode du labyrinthe permirent d'obtenir des résultats, à condition de ne pas noter le temps des passages, mais seulement les erreurs : l'animal peut en effet rester très bien en chemin. La grenouille, sortie d'une cage étroite, trouvait deux couloirs, celui de droite obstrué par une cloison, celui de gauche libre; puis, sortie de cette zone, elle rencontrait encore deux couloirs, celui de gauche clôturé cette fois, et celui de droite conduisant à un réservoir plein d'eau. Pour apprendre à sortir correctement du labyrinthe, sans faire d'erreurs, il fallut à peu près dix jours d'essais, à raison de dix essais par jour, soit cent passages environ.

L'acquisition d'une habitude nouvelle se montre donc excessivement lente; en revanche, une fois acquise, l'habitude est extrêmement stable, tout se passant

1. R. M. Yerkes. The instincts, habits and reactions of the Frog. I. Associatives processes of the green Frog. *Harvard Psychological Studies*, 1903, t. I, p. 579-597.

comme s'il y avait toujours une grande résistance aux variations, aux changements, quels qu'ils fussent; la durée d'une habitude dans un cas n'a pas été inférieure à un mois, pendant lequel elle n'avait naturellement pas été entretenue.

Malheureusement, les expériences de Yerkes étaient assez complexes; il intervenait diverses sensations lumineuses qui guidaient la grenouille, et en outre les parois avaient été différemment colorées à droite (en rouge) et à gauche (en blanc), en sorte que des repères visuels très nombreux guidaient l'animal; il n'y avait pas acquisition simple d'une habitude par un phénomène de mémoire à prédominance nettement musculaire; il s'y mêlait des éléments de mémoire sensorielle que nous aurons à reprendre à ce dernier point de vue.

Il n'en reste pas moins que l'acquisition est très lente chez la grenouille verte, et doit l'être plus encore chez la grenouille rousse; elle paraît devoir être difficile d'ailleurs chez tous les Batraciens qui, bien que présentant une organisation plus élevée que les Poissons, ne paraissent pas supérieurs à ces derniers à ce point de vue et sont certainement inférieurs à certains Invertébrés. Quelques expériences sur des Tritons semblent bien justifier cette conclusion.

Je ne pus obtenir aucun progrès sur six Tritons (*Triton palmatus*) au cours de dix séries d'épreuves pendant lesquelles ils devaient pénétrer dans un flacon de verre placé au fond de l'aquarium pour aller y saisir les vers constituant leur nourriture : le nombre des entrées ne présenta aucune croissance[1].

Des Batraciens aux Reptiles, la différence paraît tout de suite considérable, et la supériorité de ces

1. H. Piéron. Contribution à l'étude du comportement, etc.. *Bull. de l'Inst. psychol.*, 1908, 8e année, no 4, p. 326

derniers est manifeste. Cela ressort avec évidence de l'étude que Yerkes a faite d'un Chélonien, la tortue[1]. Avec un labyrinthe plus compliqué que celui qui avait servi pour la grenouille, et comprenant quatre couloirs fermés en impasse, la durée nécessaire à la sortie passa de 35 minutes au premier essai à 3 minutes 1/2 au cinquième et à 35 secondes au cinquantième.

Mais, lorsque la complexité est assez grande, on constate des grandes irrégularités dans la courbe d'acquisition. Avec un autre labyrinthe comprenant plusieurs passages obligeant à des coudes et un monticule à franchir, la durée du passage, après s'être abaissée à 2 minutes au trente-cinquième essai, s'élevait encore à 7 minutes au cinquante-cinquième.

§ 5. — L'ACQUISITION DES HABITUDES CHEZ LES OISEAUX.

Avec les Oiseaux, qui ont été plus fréquemment étudiés, on obtient des phénomènes d'acquisition plus complexes; à la méthode du labyrinthe s'ajoute même souvent la méthode du « jeu de patience », consistant en l'ouverture d'une boîte fermée grâce à un mécanisme plus ou moins difficile. Les pigeons, les moineaux, les poulets et quelques autres oiseaux ont été étudiés avec une grande précision; et comme beaucoup d'expériences ont été faites dans des conditions identiques, il est possible de procéder à des comparaisons assez rigoureuses, qui manifestent des différences spécifiques et aussi, comme il fallait s'y attendre d'après ce que nous avons vu déja chez des animaux inférieurs, des différences individuelles souvent considérables.

1. R. M. Yerkes. The formation of habits in the Turtle. *Popular Science Monthly*, 1901, t. LVIII, p. 519-525.

Thorndike[1] a étudié les poulets, dans un travail qui a ouvert la voie à toutes les autres recherches, et il leur a fait traverser des séries de labyrinthes, de formes irrégulières et de complexité croissante : un type moyen obligeait l'animal à quatre ou cinq coudes et lui permettait de s'engager dans trois impasses en cul-de-sac.

Les courbes d'acquisition établies en portant sur l'une des ordonnées les durées de passage, au fur et à mesure des essais, inscrits sur l'une des abscisses, montrent une accélération, qui est très brusque après un très petit nombre d'essais, et devient ensuite très lente avec de grandes oscillations assez irrégulières, et qui doivent provenir de l'intervention de facteurs parasites.

Les pigeons ont été l'objet d'un travail de Rouse[2], qui leur apprit à traverser des labyrinthes de quatre sortes différentes, à quoi ils réussirent de mieux en mieux, et d'un travail de Porter[3] qui étudia comparativement des moineaux (*Passer domesticus*) un pinson des prés (« grassfinch », *Poëphila mirabilis*), un coucou américain (« Cowbird », *Melobrus rufoaxillaris*), un pigeon voyageur et un pigeon domestique.

Porter utilisa deux sortes de labyrinthes, l'un très compliqué (fig. 5), qui a servi à un grand nombre de mammifères, en particulier à des singes, ce qui permettra de comparer les résultats obtenus dans les divers cas, et un autre beaucoup plus simple et compatible dès lors avec des expériences plus rapides.

Le premier obligeait l'animal à effectuer 34 ro-

1. E. L. Thorndike. Animal Intelligence. *Psychological Review Monographs Supplem.*, t. II, n° 4.

2. J. E. Rouse. The mental life of the domestic pigeon. *Harvard Psychological Studies*, 1906, t. II, p. 580 sqq.

3. J. P. Porter. A preliminary study of the psychology of the English Sparrow. *American Journal of Psychology*, 1904, t. XV, p. 313-346. — Further study of the English Sparrow and other Birds. *Id.*, 1906, t. XVII, p. 248-271.

tations de 90° ou de 180°, et offrait 5 impasses ; le second ne nécessitait plus que 6 ou 7 rotations, avec 3 impasses.

Avec le premier labyrinthe, dans lequel l'animal pénétrait pour rechercher sa nourriture, placée au centre, la durée initiale du passage varia suivant les

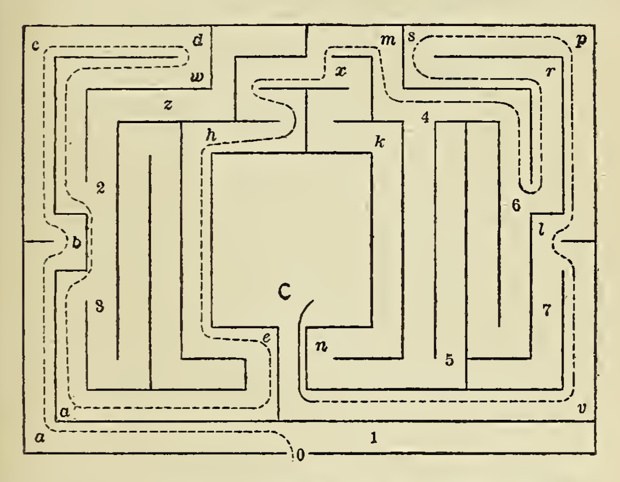


Fig. 5. — *Le labyrinthe de Hampton-Court.* — En pointillé est marque le chemin que doit suivre l'animal. De 1 à 7 sont numérotés les culs-de-sac.

animaux (au nombre de quatre, 2 mâles et 2 femelles), de 13′ 30″ à 59′ 46″ ; soit de moins d'un quart d'heure à une heure environ. Au bout de 5 essais, ces durées étaient réduites considérablement, variant de 1′ 10″ à 17′ 52″ ; ensuite on constate, dans les durées de passage, des oscillations qui peuvent tenir d'ailleurs simplement à une plus ou moins grande rapidité de mouvements, les erreurs n'ayant pas été notées, ce qui aurait été essentiel.

En revanche, la mesure des erreurs fut effec-

tuée pour les expériences avec le labyrinthe plus simple que durent parcourir les divers oiseaux étudiés par Porter. Et la décroissance des erreurs s'est en effet montrée plus régulière que la décroissance du temps : si l'on détermine le premier essai où le passage ait été effectué sans erreur, on constate que dès le cinquième passage un moineau ne se trompa plus, un autre au septième, un autre au neuvième ainsi que le pinson des prés, et le coucou américain seulement au dix-septième.

L'acquisition s'est montrée plus lente chez ce dernier, en même temps que plus régulière d'ailleurs, et elle a été aussi plus tenace. En effet, lorsque, après un intervalle de trente jours, une série de dix essais fut à nouveau réalisée, c'est dès le troisième essai que le coucou cessa de faire des erreurs, et il n'en fit plus dès lors, tandis que le même résultat ne fut obtenu qu'au septième essai chez le pinson, au neuvième chez le moineau qui avait réussi la première fois au bout du même nombre d'essais, mais qui, dans ces nouvelles expériences, passa cependant beaucoup plus vite (durées de 19 à 9 secondes, la durée maxima de cette nouvelle série n'ayant été obtenue la première fois qu'au neuvième essai).

Le coucou montra d'ailleurs une très grande supériorité de mémoire à ne s'en tenir qu'à la vitesse, car il réussit à passer du premier coup en 7 secondes, alors qu'il lui avait fallu d'abord dix-sept essais pour atteindre cette rapidité. Ce fait de l'acquisition à la fois plus lente et plus tenace, qui paraît bien se trouver chez les espèces dont nous avons noté les différences individuelles, semble être très général et a été maintes fois signalé en psychologie humaine.

Les résultats obtenus avec un système particulier pour ouvrir la porte d'une cage où se trouvait enfermée la nourriture furent très analogues aux précédents. Il s'agit là, pourtant, de phénomènes moteurs beau-

coup plus simples et où l'influence de la mémoire, de l'habitude, pourrait être masquée par l'intervention, si elle se produisait, d'un raisonnement élémentaire fondé sur l'observation des conditions du succès ; il suffit d'un mouvement particulier de l'animal pour que la porte s'ouvre : tirer une ficelle avec le bec par un anneau ou pousser un fil tendu (fig. 6).

L'oiseau réussit une première fois par hasard ; si l'idée du mouvement s'associait, par un processus

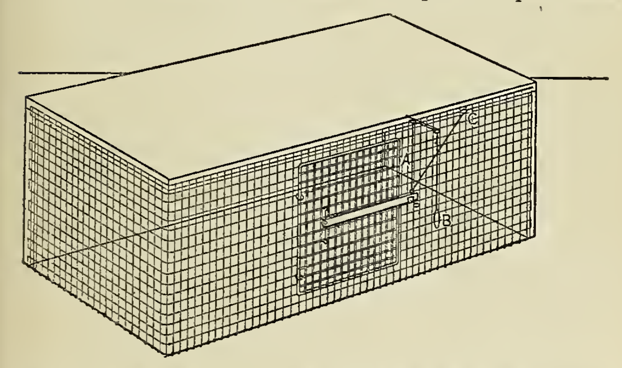


Fig. 6. — *Récipient contenant la nourriture, dans les expériences de Porter.* — Il suffit, pour que la porte s'ouvre, que l'oiseau tire la boucle B ou pousse le fil qui aboutit en C (d'après Porter).

intellectuel nécessitant un effort déterminé d'attention, à l'idée de la réussite, nul doute que, dès le second essai, le mouvement serait réalisé immédiatement. Mais il n'en est pas ainsi ; l'animal continue à faire des mouvements quelconques et réussit après des tentatives désordonnées à faire le geste efficace par un tâtonnement plus heureux ; peu à peu les gestes inutiles tendent à disparaître, il se produit une sélection qui tend à fortifier le mouvement heureux, tout comme dans les éducations purement motrices où il s'agit de réaliser un complexus nouveau de contrac-

tions musculaires associées d'où doivent s'éliminer peu à peu les contractions parasites, toujours extrêmement nombreuses au début.

Dans tous ces cas il s'agit en somme d'une adaptation par sélection physiologique, ne différant qu'en complexité de celles que nous avons mises à part dans un chapitre précédent. Aussi trouve-t-on encore les mêmes courbes d'acquisition d'habitudes. Chez un moineau, le temps nécessaire à l'ouverture passe, par exemple, de près de 11 minutes la première fois à 3 secondes au dix-septième essai, avec ensuite les oscillations qu'on rencontre toujours dans les évaluations de durée (fig. 7).

L'on retrouve également ici le fait des habitudes plus rapidement évanouies lorsqu'elles ont été plus rapidement acquises : une femelle de pigeon voyageur, du premier au neuvième essai, réduit la durée de ses essais de 6 minutes et demie à 25 secondes ; un mois après, elle atteint 20 secondes au cinquième essai ; tandis qu'un coucou — qui met d'abord environ 2 minutes et demie, mais n'arrive à mettre moins de 20 secondes qu'au quarante-huitième essai — après un intervalle de 30 jours, atteint 12 secondes dès le troisième. Et la persistance du souvenir chez ce dernier oiseau est vraiment très considérable, puisque, quatre mois après cette expérience, cinq mois après l'acquisition de l'habitude, il atteint une durée de 15 secondes au neuvième essai.

Après un aussi long intervalle, en revanche, le souvenir paraît chez un pigeon mâle totalement aboli ; car, tandis que, dans la première série d'expériences, il réussissait assez souvent au début après une dizaine de minutes et était arrivé à réussir en moins d'une minute après 80 expériences, le même, cinq mois étant écoulés, échouait ou ne parvenait à ouvrir qu'au bout d'une demi-heure. Mais le souvenir latent ne devait pas tarder à se révéler par la rapidité surpre-

nante de ses progrès ; au cinquième essai, il ne mettait plus pour ouvrir que 24 secondes !

La mémoire motrice est donc très développée chez les oiseaux, avec des différences spécifiques et individuelles évidemment considérables ; nous verrons

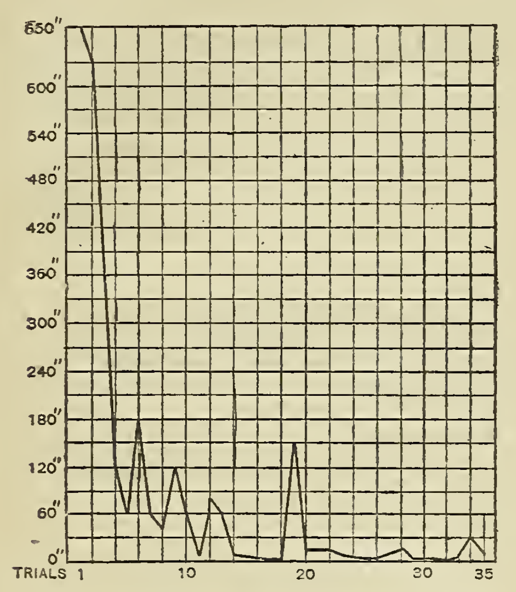


Fig. 7. — *Courbe d'acquisition d'habitude chez le moineau.*

qu'elle ne le cède guère à la mémoire motrice des mammifères, même des plus évolués, comme les singes.

§ 6. — L'ACQUISITION DES HABITUDES CHEZ LES MAMMIFÈRES.

Les mammifères étudiés ont été assez nombreux : le chat et le chien dans les expériences de Thorn-

dike[1]; le rat blanc dans celles de Small[2] et de Watson[3], la souris danseuse japonaise dans celles de Yerkes[4], le cobaye dans celles de J.-B. Allen[5], le raton dans celles de Cole[6] et de Davis[7], divers singes dans celles de Thorndike[8] et de Kinnaman[9] et jusqu'à l'éléphant, comparé au singe et au chat, dans celles de Hobhouse[10].

En ce qui concerne les expériences avec le labyrinthe, celles de Small ne permettent pas de donner des résultats certains, car, si les rats blancs apprirent à parcourir très correctement le labyrinthe très compliqué dont nous avons signalé l'emploi par Porter, le labyrinthe de Hampton-Court, et cela au bout de 9 essais faits à intervalle de deux jours chaque, ils étaient libres d'y circuler spontanément toutes les nuits.

1. E. L. Thorndike. Animal intelligence. *Psychological Review, Monographs Supplem.*, 1898, t. II, n° 4.

2. W. J. Small. An experimental study of the mental processes of the rat. *American Journal of Psychology*, 1899, t. XI, p. 133-165, et 1900, t. XII, p. 206-239.

3. J. B. Watson. *Animal Education.* University of Chicago, 1903. — Kinaesthesic and organic sensations : their role in the reactions of the white rat to the maze. *Psychological Review, Mon. Suppl.*, 1907, t. VIII, n° 2.

4. R. M. Yerkes. *The Dancing Mouse*, 1907, New-York, p. 199-263.

5. James Blount Allen. The associative processes of the guinea-pig. *Journal of comp. Neurology and Psychology*, 1904, t. XIV, p. 293 sqq.

6. L. W. Cole. Concerning the intelligence of raccoons. *Journ. of comp. Neur. and Psych.*, 1907, t. XVII, p. 211-261.

7. H. B. Davis. The raccoon : a study in animal intelligence. *American Journal of Psychology*, 1907, t. XVIII, p. 447-484.

8. E. L. Thorndike. The mental life of monkeys. *Psych. Rev. Mon. Suppl.*, 1901, n° 15.

9. A. J. Kinnaman. Mental life of two *Macacus rhesus* monkeys in captivity. *Amer. Journal of Psych.*, 1902, t. XIII, p. 98-148, 173-218.

10. L. T. Hobhouse. *Mind in Evolution*, 1901, Londres, ch. viii, p. 151-218.

Les expériences de Watson sur le même animal présentaient un intérêt particulier : il s'agissait de déterminer l'âge auquel les rats blancs atteignent

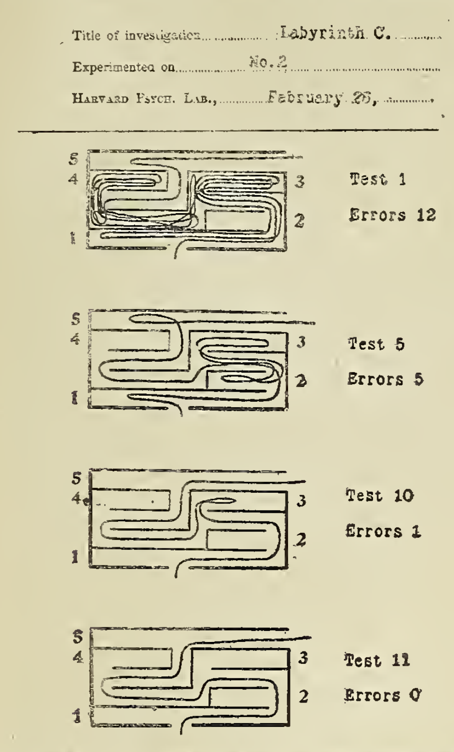


Fig. 8. — *Types de parcours effectués par des souris dans un labyrinthe de Yerkes au fur et à mesure du progrès de l'habitude* (d'après Yerkes).

une maturité psychique qui leur permet en particulier d'apprendre : or, jusqu'à douze jours, ils se montrent incapables de trouver leur chemin dans le labyrinthe le plus simple ; mais, dès vingt-trois

jours, ils apprennent à parcourir le labyrinthe le plus compliqué. Or, à cet âge la myélinisation des fibres nerveuses dans le système nerveux central est encore très incomplète, myélinisation qui apparaissait à Flechsig comme une condition indispensable du fonctionnement mental, et que les expériences de Watson semblent montrer moins nécessaire.

Le cobaye apparaît d'ailleurs, d'après les expériences d'Allen, qui lui faisait aussi traverser un labyrinthe, bien plus précoce que le rat blanc : à trois jours, il est aussi avancé, aussi capable d'apprendre que le petit rat de vingt-cinq jours, il a la même capacité mentale que l'adulte; il progresse vite, ce qui ne veut pas dire qu'il s'élève très haut, au contraire.

Yerkes, qui a étudié avec grande précision la souris japonaise, affectée d'une lésion congénitale des canaux semi-circulaires et soumise à de perpétuelles rotations qui lui ont valu son nom de souris valseuse ou souris dansante, l'a comparée à la souris commune, grise ou blanche, et a constaté que cette dernière apprenait mieux et plus vite : avec un labyrinthe imposant sept rotations et présentant quatre impasses, on rencontre un passage avec une seule erreur au 3e essai chez la souris grise, au 4e chez la souris blanche : un passage sans erreur au 4e essai est noté chez les souris grises. Chez les souris japonaises, le premier passage avec une seule erreur se rencontre, suivant les individus, au 23e, au 3e et au 5e essai; le premier passage sans erreur se rencontre au 8e et au 10e essai, et ne se rencontre pas encore dans deux cas au 31e.

Quant aux durées, on n'en peut tenir compte car, avec ses mouvements incoercibles, la souris japonaise est nécessairement moins agile.

Une constatation intéressante qui se dégage des expériences de Yerkes c'est la beaucoup plus grande rapidité de formation de l'habitude lorsque l'animal

doit apprendre des mouvements symétriques que lorsque les rotations se font dans des directions et à des distances irrégulières. Avec un labyrinthe irrégulier comprenant 5 culs-de-sac et obligeant à 8 rotations, le premier passage sans erreur s'est effectué en

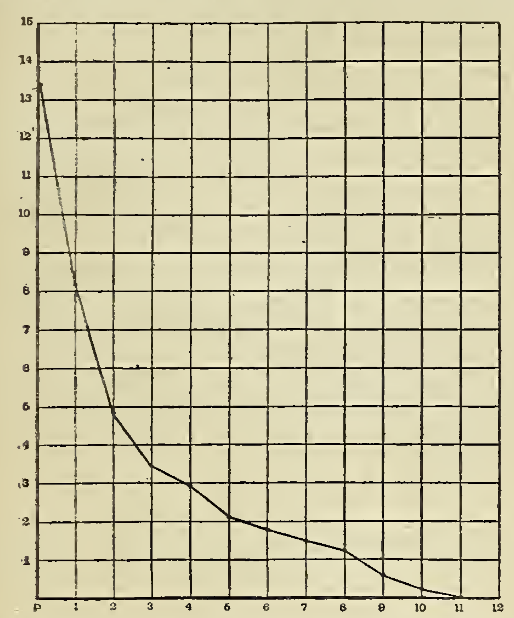


Fig. 9. — *Courbe moyenne d'acquisition de l'habitude consistant à traverser un labyrinthe chez 20 souris dansantes (10 mâles et 10 femelles).* — En ordonnée sont portés les nombres d'erreurs, en abscisse les numéros des épreuves successives.

moyenne chez 10 mâles au 18e ou 19e essai, chez 10 femelles au 13e ou 14e ; avec un labyrinthe régulier obligeant à 7 rotations, alternativement à droite et à gauche, et présentant 13 impasses, c'est au 6e essai chez les mâles et les femelles que s'effectua le premier passage correct. D'une façon générale les courbes

d'acquisition par abaissement progressif du nombre des erreurs se montrèrent très régulières (fig. 9).

Les singes, deux Macaques (*Macacus rhesus*), un mâle et une femelle, étudiés par Kinnaman, ne montrèrent pas un pouvoir d'acquisition beaucoup plus élevé que les autres mammifères, et même que les oiseaux. Ce n'est qu'après 66 essais pour la femelle, 114 pour le mâle, qu'ils réussirent l'un et l'autre à traverser sans se tromper le labyrinthe compliqué de Hampton-Court ; la diminution de la durée, assez rapide au début, devenait vite irrégulière, mais c'est une donnée sur laquelle, surtout chez ces animaux supérieurs, trop de facteurs interviennent pour qu'on puisse s'attarder à ces résultats.

Le moineau arrive, au bout du même nombre d'essais, à sortir en moitié moins de temps que le singe. Le nombre d'erreurs nous indique avec plus de précision qu'il a aussi bien appris.

Voici en effet le nombre moyen d'erreurs commises par le moineau, par le macaque mâle et par le macaque femelle, au cours de six séries consécutives de dix essais.

	1°	2°	3°	4°	5°	6°
Macaque mâle. . .	18,5	3,1	3,2	2,2	1,4	2,6
Macaque femelle. .	14,1	1,3	1,7	0,7	0,4	0,3
Moineau femelle. .	63,9	46,7	1,8	9,2	4,2	1,8

Ainsi, du vingtième au trentième passage, le moineau se comporte au moins aussi bien que le singe

En ce qui concerne la persistance des souvenirs, après un intervalle de cinquante jours, le singe met environ un tiers du temps primitivement nécessaire pour apprendre à traverser correctement le labyrinthe ; il apprend donc trois fois plus vite. Or, après trente jours d'intervalle, le coucou américain rapprenait plus de dix fois plus vite à traverser son labyrinthe correctement.

Il semble donc bien n'y avoir aucun parallélisme nécessaire entre le développement de la mémoire particulière qui est mise en jeu dans ces expériences et le développement intellectuel ; cette mémoire est en rapport, non pas avec une supériorité mentale, mais plutôt avec une certaine supériorité motrice ; le

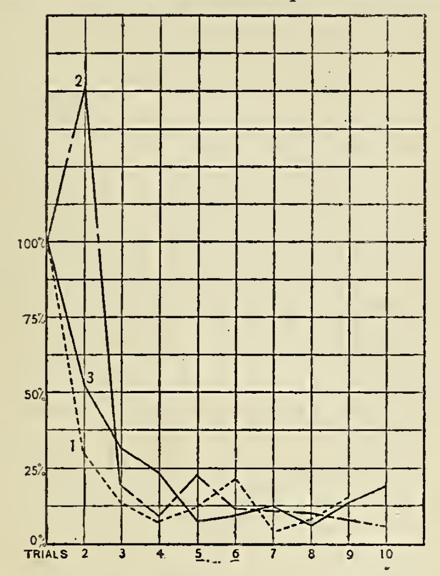


Fig. 10. — *Courbes d'acquisition pour la traversée du même labyrinthe chez un rat blanc (1), deux singes (2), et trois moineaux (3), la durée initiale étant supposée égale à 100.*

plus grand développement des centres moteurs chez les animaux agiles permet des phénomènes d'association plus nombreux et plus faciles, ainsi qu'une plus grande capacité réceptrice.

Mais n'intervient-il pas, dans la recherche du chemin correct à travers le labyrinthe, des facteurs très complexes ? Certes, en dehors des cas où les expéri-

mentateurs, comme Yerkes pour l'écrevisse, ont fait intervenir à dessein des influences sensorielles déterminées, il peut encore, si des précautions minutieuses ne sont pas prises, intervenir des données empruntées à tel ou tel sens : on a en particulier incriminé l'odeur laissée par un animal à ses passages antérieurs et dont il n'aurait plus ensuite qu'à suivre la trace.

Mais il ne faut pas oublier que l'animal au début ne manque pas de s'égarer et d'établir ainsi des fausses pistes. Et les expériences de Watson sur le rat blanc ont bien montré que les diverses influences sensorielles susceptibles d'intervenir étaient réellement négligeables : Cet auteur a pratiqué la destruction ou l'ablation de tous les organes sensoriels, présidant à l'olfaction, à l'audition, à la vision, et même aux sensibilités cutanées, en enlevant la peau des pattes, et il a constaté l'intégrité de l'habitude acquise, la persistance du passage correct à travers le labyrinthe. La mémoire en jeu est donc essentiellement kinesthésique, et provient des données de ce que nous appelons le sens musculaire, avec intervention plus ou moins importante du sens des rotations totales du corps dont nous constatons chez l'homme l'enregistrement inconscient, sens qui siège dans les canaux semi-circulaires.

Nous reviendrons d'ailleurs, pour la traiter à part, sur la question des phénomènes d'orientation, et des éléments sensoriels, dont le souvenir doit intervenir dans ces phénomènes.

Si, dans la méthode des labyrinthes, on étudie la mémoire grâce à l'acquisition d'un enchaînement d'associations automatiques soumises à un ordre déterminé, en est-il réellement de même pour les habitudes plus complexes permettant à un animal d'ouvrir un récipient ou une cage en utilisant un mécanisme plus ou moins simple?

En effet, après des tâtonnements quelconques, l'animal étant supposé incapable de se représenter le mécanisme de fermeture et de trouver par une reconstruction intellectuelle le moyen d'en venir à bout, l'ouverture s'obtiendra par un geste ou par quelques gestes heureux. La mémoire de ces mouvements simples est d'acquisition facile ; il suffirait que l'animal remarquât la connexion de ce mouvement et du résultat désiré, qu'il se représentât ce mouvement comme la cause de l'ouverture pour que l'acquisition en puisse être presque immédiate, comme nous l'avons signalé déjà pour les recherches de Porter sur les oiseaux. Dès lors l' « expérience » de l'animal, impliquant des éléments d'ordre intellectuel, ne permettrait plus l'étude précise de la mémoire.

Mais, en réalité comment les choses se passent-elles? Si l'on examine les courbes d'acquisition de ces habitudes, établies par diminution progressive de la durée des actes nécessaires, et si on les compare à celles qui ont été obtenues par la méthode du labyrinthe, en s'adressant, comme nous l'avons fait, à l'étude de Porter sur les oiseaux, on constate que les unes et les autres sont de même nature : une chute brusque dès le début ou après deux ou trois essais, puis un abaissement lent avec de grandes oscillations.

Or ces courbes, qu'on rencontre chez le moineau pour des mécanismes très simples, se retrouvent toutes semblables chez les chats et les chiens de Thorndike, chez les ratons de Davis et même chez les singes de Kinnaman pour des dispositifs de plus en plus compliqués. Les irrégularités de la courbe (fig. 11) sont dues à ce que, dans la durée des actes, la précision n'intervient pas seule, mais aussi l'agilité de l'animal, agilité qui peut varier d'un essai à l'autre sous diverses influences; il n'est pas étonnant, avec des actes plus compliqués, que les variations soient plus sensibles que dans les expériences de traversée

d'un labyrinthe; mais ces variations semblent montrer que l'animal n'a pas « compris » le mécanisme, et

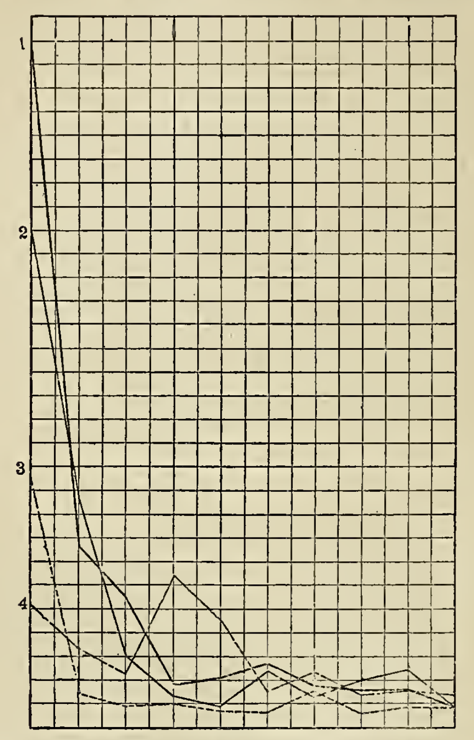


Fig. 11. — *Diverses courbes d'acquisition d'habitude pour l'ouverture d'une boîte chez les singes de Kinnaman.* — Le temps est porté en ordonnées, les essais successifs le sont en abscisses.

que seule intervient une sélection empirique des actes utiles.

Cependant il est à noter que, chez le chien, les irrégularités de la courbe après la chute initiale sont moins accentuées que chez le chat et qu'elles le sont

moins encore chez le singe; or les macaques étudiés par Kinnaman avaient affaire à un mécanisme très compliqué ; l'acquisition de l'habitude se faisait beaucoup mieux que pour le labyrinthe, et les variations de la courbe y paraissent nettement moindres. Alors que les singes n'étaient pas supérieurs aux rats blancs ou aux moineaux, qu'ils leur étaient même inférieurs pour la traversée du labyrinthe, ici une supériorité incontestable apparaît.

Il est vrai que, pour ces expériences d'ouverture d'une boîte, interviennent, d'une part, des mouve-

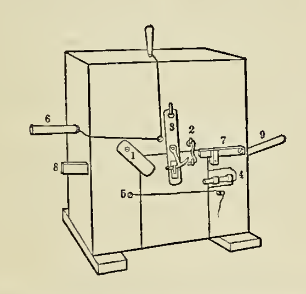


Fig. 12. — *Dispositif à ouvrir dans les expériences de Kinnaman.* (D'après Kinnaman.

ments des membres auxquels sont plus aptes des singes que des chats ou des chiens, et surtout que des oiseaux qui ne se servent guère que de leur bec ; et d'autre part des données sensorielles, visuelles surtout, dont l'importance est capitale.

Ceci nous montre d'abord que cette acquisition de l'habitude est un phénomène très complexe. Mais, en outre, il n'est pas certain que, chez le singe tout au moins, des éléments intellectuels n'aient pu intervenir dans une certaine mesure, suffisante pour modifier l'influence apparente de la mémoire; la modification n'est pas évidente dans les expériences de Kinnaman où l'animal avait neuf loquets, leviers,

etc., à manœuvrer successivement dans un certain ordre (fig. 12) ; mais, dans des expériences plus simples de Thorndike[1] (fig. 13) elle semble bien indéniable. L'abandon des mouvements inutiles, dans ce dernier cas, n'est pas progressif en effet, quelque rapide que soit la progression, il est immédiatement total, et tout se passe bien comme si l'animal avait « compris » le mécanisme.

Cela paraît encore ressortir des recherches de

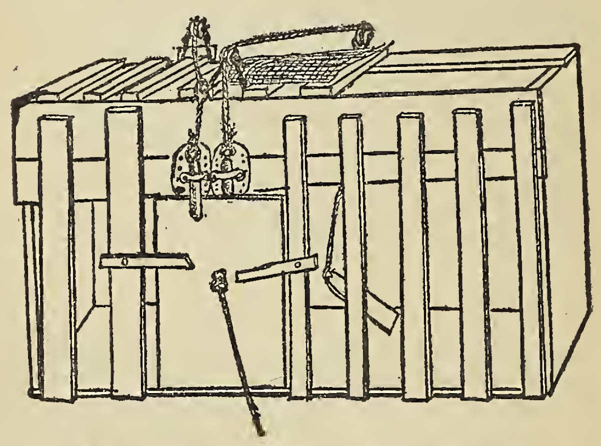


Fig. 13. — *Dispositif de Thorndike.* (D'après Thorndike.)

Hobhouse sur des chiens et sur un éléphant dans lesquelles d'ailleurs il y avait plus de différence entre certains chiens, pour la rapidité d'acquisition, qu'entre un de ces chiens et l'éléphant.

Aussi n'insisterons-nous pas davantage sur ces expériences, extrêmement intéressantes d'ailleurs et qui peuvent fournir, en les analysant, des données

1. E. L. Thorndike. The mental life of the Monkeys. *Psych. Rev Mon. Suppl.*, 1901, n° 15.

psychologiques importantes sur les animaux étudiés, mais qui sont trop complexes pour qu'on puisse en tirer des renseignements certains sur l'étendue et la précision de la mémoire motrice, prise à part.

§ 7. — L'ACQUISITION DES HABITUDES ET LE DRESSAGE.

Le phénomène d'acquisition d'une habitude motrice est le seul utilisé dans les procédés de dressage par coercition, dont Hachet-Souplet donne des exemples dans son livre[1] : en ne laissant dans une pièce qu'un support où l'on met des graines, et en chassant des pigeons, qui se trouvent dans cette pièce, de tout autre point où ils se placeraient, on arrive à engendrer chez eux l'habitude tenace d'y voler dès qu'on les lâche. On peut forcer ainsi un animal à tourner à droite ou à gauche et rendre l'habitude du mouvement impérative ; et c'est bien un fait de « dressage » de ce genre qui avait été obtenu par Holmes avec un insecte, une *Ranatra*, et que nous avons indiqué plus haut.

Lorsque l'on peut employer la « persuasion » au lieu de la coercition, lorsque l'on réussit à faire naître des associations intellectuelles, telles que l'animal soit capable de comprendre une relation de causalité, l'on ne fait plus appel au simple automatisme de la mémoire, chez le chien ou le cheval par exemple ; et le dressage permettrait ainsi de classer les animaux suivant leur capacité mentale. A cet égard les expériences du genre de celles qu'a inaugurées Thorndike font bien appel à une sorte de dressage, particulièrement précis, particulièrement scientifique.

En jetant un coup d'œil d'ensemble sur les faits que nous avons rapidement exposés, on voit qu'il y

1. HACHET-SOUPLET. *L'examen mental des animaux.*

a une évolution générale de la mémoire motrice, qui apparaît de plus en plus développée chez les animaux supérieurs, et que ce développement est étroitement lié à celui des centres nerveux; mais le progrès n'est pas de ce chef indéfini, et, quand la supériorité mentale peut s'accuser de plus en plus, la marche parallèle de la supériorité dans l'acquisition des habitudes peut s'arrêter, ce qui montre qu'il y a, dans la simultanéité de ces deux progrès, une simple coïncidence, due à leur relation commune avec les progrès du système nerveux central, mais qu'il n'existe entre eux aucune connexion directe et nécessaire.

Cette connexion se rencontrera-t-elle avec la mémoire sensorielle, c'est ce que nous allons avoir occasion d'examiner maintenant.

CHAPITRE IV

LA MÉMOIRE SENSORIELLE

I

L'ÉTUDE EXPÉRIMENTALE DE LA MÉMOIRE SENSORIELLE

§ 1. — LES PHÉNOMÈNES DE MÉMOIRE SENSORIELLE CHEZ LES INVERTÉBRÉS.

Il est beaucoup plus difficile d'établir l'existence, chez les animaux inférieurs, des phénomènes de mémoire sensorielle, qu'il ne l'a été pour la mémoire motrice.

En effet, les sensations sont, aux plus bas degrés de l'échelle animale, absolument rudimentaires, et ne se prêtent guère aux exigences de précision nécessaires pour des expériences concluantes. L'on constate bien, chez des Annélides ou des Mollusques, des réactions appropriées vis-à-vis d'excitants sensoriels définis, où tout se passe comme si l'animal « reconnaissait » un objet à certaines qualités qu'il perçoit ; mais nous ne sommes en droit de parler de mémoire, comme nous l'avons rappelé maintes fois, que vis-à-vis d'acquisitions individuelles.

Or, dans ces cas, il s'agit de réactions congénitales, réflexes ou instinctives, c'est-à-dire automati-

ques dans une plus ou moins large mesure, provoquées toujours par les mêmes influences ; et les causes de l'association primitive entre la sensation et l'acte nous échappent entièrement.

On peut évidemment supposer que, à l'origine, a dû intervenir un phénomène de mémoire individuelle qui a été transmis par hérédité ; mais, si l'explication est souvent plausible, elle n'est pas démontrable, et elle est délibérément repoussée par les néo-darwinistes, qui n'admettent à la base des variations physiologiques et psychologiques, comme à la base des variations morphologiques, que des modifications fortuites et brusques dont les plus heureuses se conservent, et se fortifient de nouvelles modifications dans le même sens, par le simple jeu de la sélection : la pseudo-reconnaissance d'une ponte, d'un abri, d'un aliment, pourrait donc n'avoir jamais exigé l'intervention d'un souvenir, n'avoir jamais résulté d'une expérience profitable.

Dans certains cas cependant, peut-on déterminer s'il existe on non une reconnaissance qui impliquerait cette fois une acquisition individuelle de tel abri particulier?

Voici un Annélide (*Nereilepas fucata*), dont nous avons déjà parlé, et qui vit en commensale d'un Pagure. Il demeure au fond de la coquille habitée par le crustacé et vient s'emparer d'une partie des proies saisies par son hôte. Sera-t-il capable de reconnaître, une fois expulsé, son domicile particulier, et le légitime propriétaire avec qui il a vécu jusque-là? Mais, supposons qu'il revienne de préférence à son ancienne demeure, cela pourra tenir uniquement à ce que celle-ci lui convient mieux. C'est ce qu'on constate justement pour les Pagures qui, retirés de leur coquille, la reprennent s'ils ne trouvent pas mieux, mais n'hésitent pas à l'abandonner pour une autre plus à leur convenance.

Les expériences faites jusqu'ici semblent d'ailleurs montrer que l'Annélide ne manifeste pas de préférence apparente pour son abri habituel. Mais, si d'un résultat positif il eût été difficile de tirer une conclusion positive, d'un résultat négatif il n'est pas plus légitime de se hâter d'en conclure par la négative. Tout ce qui est démontré, en effet, c'est que le souvenir, ou bien n'existe pas, ou bien n'a pas une influence assez puissante pour l'emporter sur les autres facteurs qui interviennent nécessairement : l'Annélide peut en effet accepter une demeure plus convenable, ou se hâter de prendre le premier abri rencontré.

D'une façon générale, les expériences précises font défaut ; mais, d'après l'analyse de phénomènes d'orientation dans l'espace, qui permettent à certains animaux, errants par intervalles, de retrouver un abri fixe, il résulte, comme nous le verrons dans la deuxième partie de ce chapitre, spécialement consacrée à cette intéressante question, que, même chez des Gastéropodes, il existe des souvenirs sensoriels indéniables, acquis par les individus. On est donc en droit de penser qu'il serait possible, en se plaçant dans des conditions appropriées et en faisant durer les expériences un temps suffisamment long, de déceler chez un grand nombre d'animaux des phénomènes de mémoire sensorielle.

Chez les Mollusques supérieurs, chez les Céphalopodes, l'observation montre déjà que de tels phénomènes existent sans aucun doute, et qu'on ne s'expose pas chez eux à des échecs, et il en est de même chez les Crustacés.

Des expériences décisives n'ont cependant guère été faites encore que sur les Insectes, et même presque uniquement sur des insectes supérieurs, sur des Hyménoptères.

On peut citer cependant, à cet égard, une expé-

rience de Fr. Dahl[1] sur une araignée (*Attus arcuatus*) qui, après qu'on lui eût donné une mouche enduite d'essence de térébenthine, refusa ensuite délibérément toutes les autres mouches qu'on lui offrit encore.

Cela semble bien établir l'existence d'une mémoire, non pas gustative, car la répulsion peut persister en dehors du goût désagréable, mais visuelle, la mouche et les circonstances de l'offre demeurant associées à la tendance répulsive.

Cependant, peut-on objecter, si la perception primitive a engendré une inhibition de l'acte habituel, consistant dans la prise de la mouche, il n'est pas nécessaire de supposer qu'il a persisté une image visuelle : il peut simplement y avoir association entre une perception et un phénomène d'ordre moteur; la perception nouvelle engendrera le même phénomène que la précédente par suite du mécanisme acquis, et il ne s'agit pas là de mémoire sensorielle.

Mais cela revient à dire, en général, que, la mémoire exigeant la conscience, il nous manque la preuve de l'existence d'une image consciente chez l'animal. Or, une telle preuve ne nous est jamais donnée, car, nous l'avons déjà dit, il n'y a pas de critérium objectif de la conscience. Nous devons employer le langage le plus propre à exprimer les faits constatés en nous rappelant que ce langage n'implique pas une croyance absolue — qui serait métaphysique — en l'existence d'états identiques à ceux que, grâce à l'introspection, nous constatons en nous-mêmes, lorsque notre organisme présente à d'autres observateurs les phénomènes objectifs qui sont désignés sous les mêmes termes.

Lorsque l'enfant a été fouetté et qu'on lui montre le martinet, il se sauve, et nous ne pouvons pas

1. Fr. Dahl. Versuch einer Darstellung der psychischen Vorgänge in der Spinnen. *Vierteljahrschrift für wissensch. Philosophie*, 1885, t. IX, p. 162 sqq.

démontrer qu'il a conservé l'image visuelle du martinet, mais nous disons qu'il se souvient du martinet, et, dans des circonstances identiques, nous pouvons employer les mêmes mots pour l'araignée et dire qu'elle se souvient de la mouche à l'essence de térébenthine.

A vrai dire, chez l'homme, on peut s'assurer de la persistance d'un phénomène provoqué par la vue d'un objet, indépendamment des associations motrices anciennes, par l'évocation de nouveaux phénomènes moteurs; on peut demander de décrire ou de dessiner l'objet, et cela est la preuve de l'existence de ce que nous appelons une image, sans que la conscience de cette image puisse être une nécessité logique. Mais, chez les animaux, nous verrons que, par l'imitation, on peut également révéler l'existence d'images visuelles. Seulement, pour des images olfactives ou gustatives, cela ne nous est même en aucun cas possible.

Et d'ailleurs il ne faut pas exagérer la distinction des associations acquises et des images conservées dans l'étude de la mémoire. L'image isolée peut persister, en effet : si elle ne présente pas des associations avec d'autres facteurs mentaux, elle est perdue, elle est inexistante, et nous aurons à revenir, à propos de la mémoire humaine, sur notre incapacité absolue à étudier la conservation des souvenirs en elle-même, les souvenirs conservés ne pouvant être objet d'étude que s'ils sont reconnus — ce qui se manifeste objectivement par des mouvements — ou s'ils sont reproduits — la reproduction exigeant également des actes.

Des quantités de souvenirs peuvent être gardés sans qu'il soit jamais possible, même à celui qui les a acquis, de le savoir, s'ils ne sont plus évoqués, c'est-à-dire s'ils restent isolés, au lieu d'être associés à d'autres souvenirs et, finalement à des actes. En réa-

lité, dire qu'un être a gardé le souvenir d'une image, c'est dire qu'il a gardé une association durable entre une perception et, en dernier lieu du moins, un acte. On voit que, dès lors, les chicanes, qui peuvent être, et qui sont faites, à la conception de la mémoire sensorielle des animaux fondée sur des expériences analogues à celles de Dahl, sont en réalité sans valeur.

Nous n'hésiterons donc pas à parler encore de mémoire visuelle lorsque des faits presque identiques à ceux dont l'araignée nous a donné un exemple se rencontrent chez des guêpes, à qui Will[1] donnait du miel mêlé de strychnine, qu'elles rejetaient après y avoir goûté, et qui, dès lors, manifestaient des hésitations nombreuses devant du miel pur offert de la même façon, ne se décidant que prudemment à y goûter.

En revanche, si l'on place du miel dont rien n'altère la saveur, en un lieu donné, où des abeilles le rencontrent, celles-ci reviendront fidèlement au point où elles profitèrent la première fois de l'aubaine, et, en mettant du miel sur des papiers colorés, Lubbock[2] put constater que les abeilles revenaient au papier doué de la couleur qui caractérisait leur première découverte, alors même que le papier était déplacé et que du miel se trouvait, au même endroit, déposé sur un papier différemment coloré[3].

Peut-on affirmer qu'il se soit agi dans ce cas d'une mémoire des couleurs, cela n'est pas absolument légitime. En effet, nous savons, soit par des expériences faites à très faible lumière, soit par des

1. F. Will. *Das Geschmacksorgan der Insekten*. Leipzig, 1885.

2. Sir John Lubbock. *Fourmis, abeilles et guêpes*, t. II, 1883, Paris, p. 50-60.

3. La mémoire des abeilles avait déjà été mise en évidence par l'admirable observateur que fut F. Huber (*Nouvelles observations sur les abeilles*, t. II, p. 366).

observations sur des individus aveugles pour les couleurs, atteints de « cécité chromatique », dits « achromatopsiques », soit enfin par examen de photographies, que l'on peut encore distinguer des couleurs dans une certaine mesure, alors que l'on ne voit plus que des différences de clarté, s'étageant du noir au blanc par toutes les variétés du gris. Pour que deux couleurs puissent être comparées comme telles, il faut que, dans les circonstances énumérées, elles aient le même aspect grisâtre, qu'elles aient la même « clarté » et soient indifférenciables pour un achromatopsique.

Nous verrons que des expériences ont été faites avec cette précaution indispensable, mais il n'en est pas ainsi de celles de Lubbock, qui prouvent, en tout cas, l'existence de souvenirs visuels relatifs au degré de clarté des objets, les papiers en l'occurrence, comme les expériences de Pérez le prouvent encore avec des corolles florales, d'après les résultats suivants[1] :

« Sur des fleurs de *Pelargonium* écarlates, j'ai déposé du miel, dit cet auteur, dans la gorge de la corolle. Des abeilles, qui butinaient sur des Héliotropes voisins, n'ont pas tardé à être frappées par l'odeur du miel, dont elles ont eu bien vite découvert la situation. Sans la moindre hésitation, elles se sont jetées sur les fleurs écarlates, et ont avidement sucé le miel, et n'ont cessé, jusqu'au soir, de les visiter assidûment. Elles y retournaient encore le lendemain, bien qu'elles les eussent déjà épuisées la veille. J'ajouterai même qu'elles se portaient directement et même d'assez loin sur les fleurs, sans prêter la moindre attention aux variétés blanches ou roses de la même espèce faisant partie de la même corbeille

1. J. Pérez. Notes zoologiques. *Actes de la Société linnéenne de Bordeaux*, 1894, t. XVII, p. 253.

et dont aucune n'avait été garnie de miel. La couleur écarlate s'était si bien associée, dans leurs souvenirs, à l'idée du miel, qu'elles se posaient à la fin sur des fleurs de cette couleur n'en ayant pas reçu, et ne les quittaient qu'après s'être assurées par un examen scrupuleux et persistant, qu'elles n'avaient rien à y recueillir. »

De nombreuses observations confirment ces résultats en les étendant à d'autres Hyménoptères. C'est ainsi que Ferton constata un jour que plusieurs de ces insectes (des Andrènes en particulier) se dirigeaient sur des mucosités blanchâtres produites par des hémiptères sur des Cistes, ne se détournant qu'au contact, et cela parce que, butinant sur des fleurs blanches d'Asphodèles aux environs de ces Cistes, elles étaient trompées par la clarté brillante des blanches mucosités[1].

Nous aurons d'ailleurs à revenir plus en détail sur la mémoire visuelle de ces divers Hyménoptères à propos du problème de l'orientation.

Ce serait une erreur de croire que la mémoire visuelle fût la seule mémoire sensorielle qu'on ait pu mettre en évidence chez ces insectes. Les fourmis nous donnent en effet des exemples très nets de mémoire olfactive.

On sait que les fourmis, tout comme les abeilles, reconnaissent leurs compagnes de nid, et expulsent et maltraitent, quand elles ne vont pas jusqu'à la tuer, une étrangère appartenant à un nid voisin. Il fut une époque où l'on crut à un mot de passe, à cause des caresses d'antennes qui précédent l'acceptation d'une compagne ou l'expulsion violente d'une intruse. Mais les antennes sont des organes d'exploration pourvus de petites fossettes, véritables narines, qui sont des

1. Ch. Ferton. Note sur l'instinct des Hyménoptères mellifères. *Annales de la Société entomologique de France*, 1905, t. LXXIV, p. 63.

organes olfactifs, et la fourmi, durant ces pourparlers, qui frappèrent tous les observateurs, se contente de « flairer » la nouvelle arrivante. C'est en effet à l'odeur que les fourmis, comme les abeilles, se reconnaissent ; il y a une odeur de fourmilière comme il y a une odeur de ruche.

Bethe, voulant faire de tous les invertébrés des « machines réflexes », déclara qu'une odeur étrangère provoquait des réflexes d'attaque, et que les choses, dès lors, dans ce problème de la reconnaissance, étaient très simples. Mais les faits sont bien autrement complexes. Et, en particulier, certaines fourmis arrivent à tolérer quelques individus étrangers, même d'espèces différentes; c'est le cas, bien entendu, pour les fourmis esclavagistes dans leurs rapports avec les « esclaves ». Mais ce peut être le cas aussi pour des espèces qui s'accoutument à vivre en bonne intelligence.

Or, quand des individus d'un nid ont ainsi accepté des individus étrangers, ils les reconnaissent après une séparation d'une certaine durée; et si, dans l'intervalle, de nouveaux individus sont nés. si de nouvelles ouvrières se sont mêlées aux anciennes, elles auront une attitude toute différente vis-à-vis des compagnes occasionnelles de leurs aînées, qu'elles traiteront en intruses.

Et miss Fielde[1] a pu constater, fait extrêmement intéressant, et qui nous montre une stabilité remarquable des acquisitions chez les fourmis que, après de longs intervalles et même après *trois ans* de sépa-

1. Adèle M. Fielde. A study of an Ant. — Further study of an Ant. — Notes on an Ant. *Proceedings of the Academy of natural Science of Philadelphia*, 1901, 1902, t. LIII-LIV, p. 425, 521 et 599, sqq. — The power of recognition among ants, *Biological Bulletin*, 1904, t. VII, p. 227 sqq. — Les fourmis dont il s'agit dans les expériences citées étaient des *Stenamma fulvum diceum* et des *Formica fusca subsericea.*

ration, des ouvrières reconnurent et acceptèrent d'anciennes commensales ! Il y a bien là des phénomènes de mémoire individuelle qui témoignent d'une organisation nerveuse particulièrement élevée, surtout si l'on rappelle que, chez les rongeurs, les phénomènes de reconnaissance cessent de se produire après des intervalles très courts : il suffit d'une séparation d'un jour ou deux pour que deux *Dipodillus Simoni* Lat. élevés ensemble cessent de se reconnaître et se traitent en étrangers ; les *Meriones Schurvi* arrivent bien à se reconnaître après vingt-quatre heures, mais c'est bien peu, et le surmulot (*Mus decumanus P.*) apprivoisé, a toujours oublié son maître s'il cesse de le voir pendant une vingtaine de jours[1].

§ 2. — LA MÉMOIRE SENSORIELLE CHEZ LES VERTÉBRÉS INFÉRIEURS.

Étant donnés les faits qui ont été fournis par l'étude, pourtant bien incomplète, des invertébrés, l'on doit bien s'attendre à rencontrer la mémoire sensorielle chez tous les vertébrés. Mais cette attente naturelle contraste avec la conviction, qui transperce chez

1. Lataste. Documents pour l'éthologie des mammifères. *Actes de la Société linnéenne de Bordeaux*, t. XL, 1886, p. 293-466. — Les mammifères supérieurs peuvent naturellement présenter des phénomènes de reconnaissance après des intervalles beaucoup plus longs que les rongeurs. En particulier, Darwin cite un babouin qui reconnut son maître après neuf mois ; et il fit lui-même une expérience avec un chien qui manifesta sa joie de le revoir, bien que très sauvage, après une séparation de cinq ans (*La descendance de l'homme*. Tr. fr. 1872, t. I, p. 46).

Chez les oiseaux, il existe aussi des phénomènes de reconnaissance à longue échéance ; tout le monde connaît en particulier le retour de certains oiseaux migrateurs, hirondelles ou cigognes à leur ancien nid. Et on cite le cas d'une tourterelle qui reconnut sa maîtresse après une séparation d'un an et demi (Fr. Duckland. *Curiosities of Natural History*, t. I, p. 183).

beaucoup de ceux qui commencent par étudier la mémoire humaine et descendent ensuite l'échelle animale, que, en arrivant aux poissons, nul phénomène de mémoire ne se doit plus rencontrer.

Cette conviction est basée sur un raisonnement qui a causé déjà d'innombrables erreurs, le raisonnement « anatomique ».

Lorsqu'on a constaté qu'une fonction se trouvait localisée dans un organe, on est facilement conduit à considérer comme indissolublement liés cet organe et cette fonction, en sorte que, de la présence ou de l'absence de l'un, on puisse conclure à la présence ou à l'absence de l'autre, et cela parce qu'on part des organismes les plus complexes et qu'on veut suivre à rebours la marche de l'évolution, en remonter le cours. Autrement, si l'on part des êtres plus simples, on s'aperçoit que les fonctions représentent toujours le premier fait constatable, et que les différenciations d'organes apparaissent postérieurement.

Il en est bien entendu de même pour les localisations des fonctions mentales : lorsqu'on étudie la mémoire humaine, on est en droit de penser qu'elle a son siège exclusif dans l'écorce cérébrale, bien que, somme toute, la démonstration absolue de cette assertion ne soit pas faite.

Et il faut même se défier de l'opinion courante, qui ne repose sur aucun fondement mais n'en paraît que plus stable parce que personne ne s'avise d'en discuter les bases, simplement inexistantes, que tous les phénomènes psychiques se produisent uniquement dans l'écorce, les autres parties du cerveau n'étant que des étapes dans la conduction des impressions ou des impulsions motrices.

Quoi qu'il en soit, on peut admettre la localisation des phénomènes de mémoire dans le cortex des hémisphères cérébraux, chez l'homme. Mais alors, voici le raisonnement anatomique : le cortex étant, en partie

du moins, l'organe de la mémoire, il n'y a pas de mémoire sans cortex, et moins il y a de cortex, moins il y a de mémoire.

Cette dernière conclusion implique l'existence d'une très faible mémoire chez tous les Oiseaux, par rapport à tous les mammifères : en effet, dans l'encéphale des Oiseaux, le développement des centres supérieurs n'a pas porté sur l'écorce qui est restée rudimentaire et presque insignifiante, mais sur le corps strié, qui apparaît chez les Mammifères comme un ganglion de base indigne d'attirer l'attention des psychophysiologistes, à grand tort d'ailleurs. Or, nous aurons occasion de le montrer, la mémoire de certains oiseaux paraît ne le céder en rien, au contraire, à la mémoire de certains mammifères.

Chez les Reptiles et chez les Batraciens surtout, où l'écorce ne contient que très peu de cellules nerveuses, la mémoire n'est certes pas très développée, et ce fait serait compatible avec l'assertion que dément le cas des oiseaux. Mais, en ce qui concerne les Poissons, c'est l'absence complète de mémoire que l'on devrait trouver, car l'encéphale de ces animaux ne comporte absolument pas d'écorce cérébrale de nature nerveuse, pourvue de neurones.

Il a donc fallu nier la mémoire des poissons, et de nombreux débats se sont institués sur cette question, les théoriciens contestant tous les faits en faveur de l'existence de souvenirs chez ces vertébrés, obligés de supprimer une mémoire qu'ils trouvaient véritablement trop gênante pour leurs théories. D'autres, moins obstinés, s'étonnèrent de l'existence de souvenirs chez les poissons, et admirèrent l'importance d'une découverte qui portait un si rude coup à une conception qui paraissait de la plus haute valeur et qu'ils n'avaient point eu l'idée de discuter jusque-là.

Il est vrai que certains prirent leur revanche en déclarant que s'il y avait mémoire, il n'y avait pas

mémoire consciente! Mais il est de fait que, en dépit de toutes les localisations, les poissons n'ont pas attendu d'avoir une écorce pour avoir de la mémoire; les invertébrés s'en sont bien toujours passés[1].

Des observations sur des saumons avaient déjà montré qu'ils venaient frayer dans les mêmes rivières, et que ce n'était que progressivement qu'ils apprenaient à se servir des échelles disposées à côté des chutes d'eau pour permettre de les franchir en remontant le cours de la rivière[2]. Et si l'on en croyait les anciens, il existerait même chez les poissons des souvenirs particulièrement précis; car Pline raconte qu'à Rome des poissons étaient dressés à accourir à l'appel de leur nom![3]

Malheureusement, il existe encore à l'heure actuelle des controverses expérimentales sur la question de l'audition des poissons; aussi doit-on rester prudent devant les résultats maintes fois signalés de poissons venant chercher leur nourriture, sinon à l'appel de leur nom, du moins à la production d'un bruit ou d'un son déterminé. C'est au son d'une cloche, raconte-t-on, que des pisciculteurs chinois rassemblent les cyprins, et les observations de Banks et de Bradley auraient confirmé le fait par des expériences moins exotiques[4]; Triplett a noté, tout récemment, que le bruit d'un sifflet, qui précédait habituellement l'apport d'aliments, avait un effet excitant sur la perche et le cyprin doré.

Il est à peu près certain, d'après les expériences

1. Cf. en particulier : L. Edinger, Haben die Fische ein Gedächtniss? *Allgemeine Zeitung*, Beilage, 21 et 23 octobre 1899. p. 1-5 et 2-6 ; *Smithsonian Report* 1899, p. 375 ; De Parville. La mémoire chez les poissons. *La Nature*, XXV.

2. W. C. Mac Intosh. Note on the memory of the fishes, *Journal of mental Science*, XLIV.

3. Pline l'Ancien. *Histoire naturelle*, t. X, ch. 79.

4. Cf. Blanchard. *Poissons d'eau douce*, p. 329.

de Parker, en particulier, que ces faits sont, au moins partiellement, exacts, et qu'il existe chez les poissons des sensations auditives, révélables par la conservation de souvenirs[1]; mais, comme on a invoqué des causes d'erreur possibles, soit des mouvements visibles accompagnant la production du son, soit un retour périodique de l'excitant, qui ferait prendre pour une action de ce dernier la simple « mémoire du temps », c'est-à-dire une rythmicité acquise, d'origine digestive, semblable au retour, à heures fixes, de l'appétit chez les gens qui prennent leurs repas à des intervalles réguliers, dans ces conditions, on ne peut tabler encore sur les résultats indiqués[2].

Mais, en ce qui concerne la conservation de souvenirs visuels, les faits deviennent absolument incontestables.

M. Dantan a observé que des turbots et des brèmes de mer (*Pagellus centrodontus*), dans un aquarium, s'approchaient toujours lorsqu'ils voyaient un personnage vêtu d'une blouse blanche. C'est que le garçon, chargé d'apporter la nourriture, était ainsi vêtu; or, en dehors des heures habituelles, l'aspect général dû à la blouse blanche restait associé à l'appât de nourriture. Et des expériences donnant des résultats

1. Une démonstration absolument concluante de l'influence des sons sur certains poissons (mais non sur tous), a été fournie par M. Max Meyer, professeur de psychologie expérimentale à l'Université de Missouri, qui a communiqué les résultats de ses remarquables recherches au Congrès de Psychologie de Genève, en août 1909.

2. L'action exercée par le « clapotement » de l'eau ne peut être considérée comme un phénomène auditif, malgré l'assimilation qu'en a faite M. Dantan. En effet, les mouvements de l'eau sont reçus par les organes de la ligne latérale chez les poissons, alors même que les nerfs auditifs sont coupés, comme l'a montré Kreidl (Ueber die Schallperception der Fische. *Pflüger's Archiv* 1895, t. LXI, p. 450 sqq.)

identiques furent faites avec des labres et crénilabres, des blennies, des gobius, des flets, des trigles, etc.[1]. En revanche, chez tous les Sélaciens, raies, roussettes, etc., les essais échouèrent ; seulement, avant de nier la mémoire de ces derniers, il est bon de se rappeler qu'ils s'accommodent très mal de la vie en aquarium, et qu'on n'y réussit pas, en général, à leur faire prendre de la nourriture, ce qui suffirait à expliquer les échecs expérimentaux.

Des expériences réellement systématiques sur la mémoire visuelle des poissons font encore défaut, mais, si Miss Washburn et M. Bentley échouèrent — en employant des pinces colorées, vertes et rouges, pour donner des proies à un chabot — à mettre en évidence l'acquisition d'une discrimination chromatique, par des présentations successives, la réussite fut obtenue avec des présentations simultanées[2], et, en tout cas, la méthode de la pince permet de déceler l'acquisition rapide de certains souvenirs visuels : Mlle Goldsmith offre à un gobius, petit poisson dont nous avons relaté précédemment l'acquisition des habitudes, un petit crustacé, une mysis, au bout d'une pince ; alors que la pince seule le laissait indifférent, il vient saisir la mysis ; on plonge alors la pince vide, le poisson se précipite encore, mais s'éloigne dès qu'il constate l'absence de proie ; la pince vide dès lors ne l'attire plus ; mais on redonne à nouveau une mysis, et, à nouveau, le poisson vient se heurter vainement ensuite à la pince. Après quelques expé-

1. Dantan. La mémoire chez les poissons. *Bull. de l'Institut général psychologique*, 1904, 4e année, n° 4, p. 373 sqq.

Expériences faites sur *Gobius* sp., *Trigla* sp., *Labrus* sp., *Crenilabrus melops*, *Blennius pavo*, *Caranx trachurus*, *Pleuronectes flesus*, *Motella quinquecirrata*.

2. M. F. Washburn et I. M. Bentley. The establishment of an association involving color discrimination in the creek chub, *Semotilus atromaculatus*. *Journal of comp. Neur. and Psychol.*, 1906, t. XVI, p. 113.

riences de ce genre, l'auteur a constaté qu'après avoir donné une mysis, au bout de vingt-quatre heures, le poisson était encore attiré à la simple vue de la pince[1].

Des résultats très analogues peuvent être obtenus avec le cyprin doré, le vulgaire poisson rouge (*Carassius auratus*), et n'importe qui peut répéter l'expérience. Il suffit d'offrir une larve de chironome, un « ver de vase » au bout d'une pince pour que, au bout de quelques essais, d'autant moins nombreux que le poisson examiné est moins peureux, on réussisse à l'attirer avec la pince seule, pour échouer après quelques déceptions du poisson[2].

Si la mémoire sensorielle existe chez les Poissons[3], elle doit exister également chez les Batraciens et chez les Reptiles ; mais les expériences et même les observations sont extrêmement rares.

Cependant Yerkes a mis en évidence, chez la grenouille, des influences visuelles au cours de ses expériences complexes dont nous avons déjà parlé sur la traversée des labyrinthes. En effet, en colorant de façon différente les parois de deux couloirs dans lesquels doit s'engager la grenouille, l'un permettant la sortie et l'autre en cul-de-sac, une fois l'habitude acquise d'un passage à peu près constamment correct,

1. Marie Goldsmith. Recherches sur la psychologie de quelques poissons littoraux. *Bull. de l'Institut gén. psychol.* 1905, 5e année, n° 1, p. 55-57.

2. H. Piéron. Contribution à l'étude des phénomènes sensoriels et du comportement des vertébrés inférieurs. *Bull. de l'Inst. gén. psych.* 1908, 8e année, p. 324.

3. Les nombreuses lettres en réponse au questionnaire d'Edinger, dépouillées dans le travail ci-dessus cité de cet auteur, signalaient bien des faits tout semblables à ceux qui sont rapportés d'après les auteurs présentant plus de garanties. Quelques observations analogues sont encore données par Anna Drzewina. La préhension des aliments par les poissons. *Bull. de l'Inst. gén. psych.*, 1909, n° 4, p. 328.

l'inversion des couleurs produit un nombre considérable d'erreurs, ce qui prouve le souvenir d'un repère visuel guidant l'animal dans sa traversée. Et des repères tactiles paraissent également intervenir.

En ce qui concerne les Reptiles, nous rappellerons l'observation relatée par Cuénot du lézard qui, après avoir goûté deux fois à un coléoptère malodorant, ne voulut plus jamais y toucher[1]. Les expériences désagréables paraissent, d'ailleurs, agir pour rendre plus énergique et plus rapide la fixation des souvenirs; le lézard se comporte, à cet égard, comme la guêpe à qui on offre du miel strychniné, ou l'araignée qu'on gratifie d'une mouche préparée à l'essence de térébenthine.

Cette influence des sensations désagréables sera, d'ailleurs, comme nous le verrons, utilisée par Yerkes pour ses recherches sur les souris japonaises.

§ 3. — LA MÉMOIRE SENSORIELLE CHEZ LES OISEAUX.

Les oiseaux ont été très bien étudiés par Rouse et par Porter, comme nous l'avons déjà signalé à propos de l'acquisition des habitudes.

Porter met un moineau en face d'une série de dix récipients identiques, placés à égale distance, et dont l'un contient la nourriture. Il note sur quel récipient se dirige d'abord le moineau, et recommence vingt fois de suite, ce qui constitue une série; il refait ensuite d'autres séries de vingt essais et note la progression du nombre d'essais où le moineau se dirige directement sur le récipient plein. Il fait la série d'expériences avec le quatrième récipient, le second, le cinquième, le premier, le troisième.

Il constate que le moineau apprend peu à peu à se diriger vers le récipient plein, et que, quand il se

1. Voir page 126.

trompe encore, c'est qu'il va sur les récipients immédiatement voisins; il a donc acquis une certaine mémoire visuelle de la distribution des récipients.

Voici une expérience où les aliments sont dans le troisième des gobelets qui servent à cet effet; dans une première série de 20 essais, le moineau va au gobelet plein 2 fois seulement; à la quatrième série, il va 15 fois à ce gobelet, et, toutes les autres fois, se dirige vers le deuxième ou le quatrième, immédiatement voisins. Un autre moineau, la nourriture étant dans le premier gobelet, n'y va pas une fois dans dans une première série, mais s'y dirige 15 fois à la deuxième série, et les 5 autres fois va au deuxième.

Les mêmes expériences, faites avec des récipients de diverses formes, à section triangulaire, polygonale, circulaire, carrée, rectangulaire ou elliptique, dont la position respective était constamment modifiée, ne donnèrent pas de résultat net, soit que la mémoire des formes soit difficilement acquise, soit qu'il y ait un défaut de discrimination, soit enfin que l'attention de l'oiseau ne se soit pas portée sur le caractère, car il y a là un facteur possible sur lequel il nous faudra revenir.

En revanche, des différences de couleur entre les récipients sont fort bien remémorées par les oiseaux étudiés.

Un moineau, à la cinquième série d'essais, va 19 fois sur 20 droit au récipient bleu contenant dans cette expérience la nourriture; aussitôt après, la nourriture est mise dans un récipient jaune ; il continue à aller au bleu 16, 10, 12, 14, 9 fois; et, après n'être pas allé une seule fois au jaune, il y va 5, 1, 5, 8, 16 fois, et finit par y aller 19 fois sur 20 à la dixième série d'essais; puis la nourriture est mise dans le récipient rouge ; le nombre des visites au récipient jaune va en décroissant, suivant l'évanouissement du souvenir préalablement acquis, et, au fur et à mesure

que l'association nouvelle se forme, le nombre de visites au récipient rouge croît, il atteint 20 sur 20 à la sixième série; avec le vert, les visites y sont notées 18 fois sur 20 à la cinquième série[1].

Le coucou américain, comparé au moineau, apprend au moins aussi vite à trouver le récipient jaune, le rouge et le vert, mais beaucoup plus lentement le récipient bleu, qu'il ne visite, à la cinquième série, que 12 fois sur 20, au lieu de 19 fois sur 20 pour le moineau.

Pour tous deux, c'est l'association avec le récipient jaune qui est la plus longue à se former.

La vision des couleurs et, par conséquent, la mémoire des couleurs, n'est pas démontrée, d'ailleurs, par ces expériences, malgré la présence constante d'un récipient gris clair et d'un gris foncé, parce que les clartés des couleurs n'étaient pas équivalentes ; mais c'est, en tout cas, une mémoire des luminosités qui serait en jeu.

Enfin, en employant des marques particulières sur les récipients contenant la nourriture, on constate que les oiseaux peuvent avoir la mémoire visuelle des formes constituées par des traits. En employant deux gobelets, l'un sans marque, l'autre avec un trait horizontal, et en mettant les aliments dans ce dernier, en prenant soin d'intervertir souvent l'ordre des deux, on obtient de plus en plus de visites directes d'un moi-

1. Dans de nouvelles recherches, Porter a montré que le pigeon voyageur et le pigeon ramier (*Palumbus*), apprenaient à reconnaître les couleurs plus vite que le moineau, et ils apprennent aussi à reconnaître les formes, mais plus lentement que les couleurs. Deux jeunes perroquets verts à tête jaune (*Chrysotis ochrocephalus*), étudiés par Kallom, sous la direction de Porter, parurent avoir une acquisition plus rapide que les pigeons.

Cf. Porter. Further experiments with Birds. (Communication au Congrès de l'American Psychological Association). *Psychological Bulletin*, t. VI, 2 février 1909, p. 37-38.

neau au gobelet marqué, seul visité à la huitième série. En employant comme marque un losange, l'association se fait plus vite, il n'y a plus d'erreurs à la sixième série, soit que l'autre gobelet ne porte aucune marque, soit qu'il porte un trait horizontal. Le coucou américain se comporte sensiblement de même.

Ces phénomènes d'association expérimentalement provoqués, et que confirment les études de Rouse sur le pigeon — bien que ce dernier se montre, à cet égard, très inférieur au moineau — mettent en évidence l'existence d'une mémoire visuelle assez fine chez les oiseaux.

En s'inspirant d'une méthode un peu différente, deux auteurs, Katz et Révész, dans une très intéressante étude expérimentale de la mémoire de la poule, ont mis en évidence des faits très analogues.

Ils disposaient sur un carton dix grains de blé, au milieu desquels se trouvaient vingt grains de riz, qui eux, étaient collés au carton. Mise en présence de ces grains, une poule picore indistinctement; mais, après un certain nombre d'échecs quand elle s'adresse aux grains de riz, elle finit par renoncer à ces derniers ; elle y renonce au bout de trois à six épreuves. Lorsque les épreuves se font à très court intervalle, l'acquisition du souvenir se fait moins bien, et il existe un intervalle optimum ; ce fait, indiqué également par Yerkes, pour l'acquisition des habitudes chez la souris japonaise, a été depuis assez longtemps établi comme une loi de la mémoire humaine, et nous y reviendrons à ce propos.

Une fois acquis, le souvenir qui empêche la poule de picorer les décevants grains de riz, se manifeste comme très stable; en effet, si on redonne du riz non collé, la poule en arrive à le picorer tout de même ; mais, spontanément, le souvenir inhibiteur redevient actif, si on ne donne plus rien à picorer au sujet de

l'expérience ; et, malgré l'épreuve correctrice, il laissera encore le riz, portant non collé, et se contentera du blé, dans une nouvelle épreuve.

La durée du souvenir a été établie par les auteurs dans quelques cas, en employant entre les épreuves des intervalles de 3 minutes, ce qui correspond à l'acquisition complète du souvenir au bout de cinq épreuves : un sujet, après un quart d'heure, fit 2 erreurs à la première épreuve, mais n'en fit plus à la seconde. Un autre, après une demi-heure, se trompa 8 fois à la première épreuve et 4 fois à la seconde; mais, cinq heures après, il ne se trompa plus dès la première fois; après six semaines, le souvenir paraissait aboli, la poule picorait la première fois tous les grains de riz collés, soit 20 erreurs; mais elle ne se trompait plus que 3 fois et 2 fois aux deux épreuves suivantes, et plus du tout à la quatrième. Un autre individu, au bout de cinq heures, ne faisait aucune erreur; un autre, après s'être trompé 8 fois à la première épreuve, au bout de sept heures, ne se trompait plus à la seconde; il ne se trompait pas encore quinze heures après, et, après quatre semaines, ne se trompait que 2 fois à la première épreuve et pas du tout à la seconde.

Une telle stabilité dans l'efficacité du souvenir est certainement remarquable, mais les conditions différentes d'expérience ne permettent pas de la comparer à celle obtenue par d'autres auteurs sur des animaux différents.

Katz et Révész, en employant des grains découpés en carrés et en triangles et en collant certains à l'exclusion des autres, ont mis aussi en évidence chez la poule une mémoire des formes.

Enfin ils ont étudié ce qu'ils appellent improprement une mémoire numérique[1], en réalité une

1. La mémoire numérique apparaîtrait plutôt dans des successions que dans des simultanéités : on constate par exemple que

mémoire topographique, en laissant un grain de blé libre entre deux collés, que la poule apprend à laisser pour ne picorer qu'un grain sur trois; elle échoue toujours à picorer un grain sur quatre. Ce sont là des faits de même ordre que ceux établis par Porter et ils concernent également la mémoire visuelle.

En ce qui concerne la mémoire auditive, malgré l'absence d'expériences systématiques, il est bien certain qu'elle est, chez certains animaux du moins, très développée, si l'on en juge d'après le merle qui apprend assez vite à siffler les airs qu'il entend, et le perroquet qui répète des mots et des phrases. Soit par la méthode des associations, soit, chez ces derniers oiseaux, par la méthode de reproduction, une étude précise de la rapididité d'acquisition et de la durée de conservation efficace des souvenirs auditifs serait d'un très grand intérêt.

§ 4. — LA MÉMOIRE SENSORIELLE CHEZ LES MAMMIFÈRES.

La mémoire visuelle des mammifères a été étudiée par des méthodes plus ou moins semblables à celles

certains Hyménoptères approvisionnent leur larve d'un certain nombre de proies, nombre différent suivant qu'il s'agit d'une larve de mâle ou d'une larve de femelle.

Des oiseaux, en particulier les corbeaux, qui paraissent doués d'une véritable supériorité mentale, savent, lorsque quelques personnes sont entrées dans un lieu clos, si toutes sont ou ne sont pas sorties, et des expériences ont permis de déterminer le nombre limité d'individus dont la présence ou l'absence peut être constatée, *quatre* pour les pies, les corneilles et les singes. (Cf. A. Mancini. L'arithmétique des animaux. *Revue Scientifique*, 30 janvier 1904, p. 131.)

S'il n'y a pas lieu de faire intervenir pour de tels faits une notion abstraite du nombre, du moins doit-on constater la mémoire d'une série d'événements successifs, susceptible à la rigueur d'être considérée comme une mémoire numérique.

dont nous venons de parler à propos du travail de Porter sur les oiseaux.

Chez le raton laveur (*Procyon lotor*), Davis et Cole mirent en évidence une mémoire des différences de couleur assez médiocre et qui, en réalité, n'était qu'une pseudo-mémoire des couleurs ; cet animal, de mœurs nocturnes, perçoit bien les différences de clarté, mais ne distingue pas les couleurs de clarté égale. Le défaut de perception des couleurs tient à ce que, comme chez tous les animaux nocturnes, sa rétine n'est composée à peu près que de bâtonnets et que, comme toutes les recherches actuelles s'accordent à le montrer, les cônes rétiniens sont les organes exclusifs de la perception chromatique.

La méthode de Davis était exactement la même que celle de Porter. Quant à Cole, au lieu de présenter simultanément divers objets à différencier par l'animal en expérience, il les présentait successivement ; à l'apparition de l'un d'eux, le raton pouvait, en appuyant sur un levier indiqué par l'objet apparu, entrer en possession de sa nourriture. Le raton a montré, au cours de ces essais, qu'il pouvait apprendre à réagir à la vue de formes différentes, un carton carré et un carton circulaire, ou de grandeurs différentes, deux carrés de carton ayant respectivement 16^{cm},25 et 11^{cm},25 de côté[1].

La méthode de Cole était inspirée par celle de Thorndike, qui dressa des singes, des sajous (*Cebus*) à réagir en face de certaines formes, ce qui leur valait une récompense alimentaire, et à ne pas réagir à d'autres formes, qui ne présageaient aucun don. Ces expériences établirent l'existence d'une mémoire, avec acquisition très rapide, de formes pourtant très peu différentes parfois.

1. Cole a noté aussi que les associations les plus lentes à se former étaient les plus durables, comme nous l'avons constaté déjà chez les oiseaux et les poissons, pour l'acquisition des habitudes.

C'est ainsi que deux lignes horizontales, l'une double de l'autre, une ligne horizontale et une oblique, un point et trois points, cinq traits horizontaux superposés et deux traits horizontaux ayant le même intervalle que les traits extrêmes de la série de cinq accouplés avec eux, un carré privé de son côté inférieur et un carré de même grandeur privé de son côté supérieur, un T majuscule et un K majuscule, un Y majuscule et un Δ, les mots Yes et No, etc., étaient très rapidement différenciés, l'animal limitant ses réactions à l'apparition du signe qui présageait un don d'aliments.

C'est sur des singes différents (*Macacus rhesus*) que portèrent les expériences de Kinnaman, et la méthode fut aussi différente, car elle reposait sur la présentation simultanée des objets, des « tests », suivant l'expression consacrée. Et, à cet égard, les résultats sont absolument comparables à ceux de Porter.

C'est ainsi que les animaux (un mâle et une femelle) durent apprendre à reconnaître la place du récipient contenant la nourriture, dix semblables étant alignés devant eux. Les aliments étant mis dans le quatrième, au bout de 9 séries de 30 essais, le mâle ne se dirigeait encore que 10 fois sur 30 vers la place exacte et la femelle 5 fois sur 30, au bout de 6 séries; les aliments étant alors mis dans le deuxième récipient, la place de celui-ci était reconnue 25 fois sur 30 après 10 séries d'essais par le mâle, 26 fois après 6 séries par la femelle; le cinquième récipient recevait alors la nourriture; le mâle, en 30 essais, se dirigeait 20 fois sur lui après 6 séries, et la femelle 12 fois après 10 séries; le premier récipient étant ensuite choisi était trouvé 25 fois sur 30 après 4 séries par le mâle et après 3 séries par la femelle.

Ces résultats montrent que la mémoire des posi-

tions respectives n'est pas très développée chez les singes, qui confondent très facilement les récipients voisins lorsqu'ils se trouvent au milieu de la rangée; en effet, les progrès étaient toujours notables en ce que l'animal se dirigeait bientôt constamment vers le groupe de deux, trois ou quatre récipients parmi lesquels se trouvait le bon, mais la place exacte était très difficilement repérée, sauf lorsqu'il s'est agi du premier récipient.

Les moineaux de Porter étaient à cet égard très supérieurs aux macaques, ils apprenaient mieux et beaucoup plus vite à trouver à leur place exacte les gobelets contenant leurs aliments. En revanche, tandis que les oiseaux n'arrivaient pas à distinguer des vases de forme différente, les singes s'en sont montrés très capables : au bout de 3 ou 4 séries de 30 essais, ils reconnaissaient presque à tout coup le récipient. Seulement les vases employés différant aussi de grandeur, il n'est pas impossible que ce facteur ait joué un rôle, car des récipients de taille différente étaient correctement différenciés.

Mais des différences de forme dans des dessins faits sur des cartons, servant d'enseigne, en quelque sorte, à des récipients identiques, dont l'un seulement contenait la nourriture, ne furent jamais reconnues, d'après les actes des singes, qui ne parurent point se préoccuper de ces dessins.

La couleur, en revanche, exerçait une influence incontestable, et les résultats furent de même ordre que chez les oiseaux : le mâle se montra beaucoup moins rapide que le moineau de Porter, la femelle un peu plus rapide; à l'inverse des oiseaux, c'est le jaune qui fut le plus facilement reconnu; le vert le fut le plus difficilement.

Dans cette mémoire des couleurs pouvait, comme dans les expériences de Porter, intervenir la différence de clarté, d'intensité lumineuse. Yerkes, dans

18

son étude de la souris japonaise, a bien éliminé cette cause d'erreur : après avoir établi que. au bout de 5 à 10 séries de 10 essais, le blanc était toujours distingué du noir, il constata que les différences des couleurs, éclairées plus ou moins, en sorte que leur clarté fût égale, n'étaient que très difficilement et mal reconnues; mais cela est en rapport avec le très petit nombre de cônes contenus dans la rétine de cette souris, analogue en cela au raton de Cole.

Les expériences systématiques de Yerkes sur la mémoire sensorielle de ses animaux furent particulièrement bien conduites. Au lieu d'employer comme facteur d'activité l'appât des aliments, se fondant sur le fait, que nous avons signalé, d'une acquisition particulièrement rapide des souvenirs sous l'influence de sensations désagréables, il utilisa les chocs électriques pour avertir l'animal quand il faisait fausse route : il le plaçait alors en face de deux compartiments, l'un de ceux-ci devant être évité à cause des secousses que l'animal ne manquait pas d'y recevoir.

Or, cette méthode montra l'incapacité à peu près complète des animaux à apprendre à distinguer des formes, à côté de leur aptitude à reconnaître des intensités lumineuses différentes.

La mémoire auditive a été plus rarement étudiée que la mémoire visuelle. Cependant, Cole a montré que le raton arrivait à reconnaître un son élevé d'un son bas. Et Thorndike a dressé des chats à réagir à certaines paroles qui devaient être distinguées de paroles différentes : l'animal devait réagir lorsqu'il prononçait la phrase : « I must feed those cat », et à rester immobile à la phrase : I will not them ».

Il fallut 380 répétitions pour que le chat apprît à rester immobile à la phrase négative; dès la soixantième, il réagissait toujours à la phrase positive. L'oubli était assez rapide : au bout de 8 jours, il fallait de nouveaux essais pour rafraîchir la mémoire

devenue très hésitante; mais 50 essais suffisaient pour supprimer toute erreur, c'est-à-dire de 7 à 8 fois moins que la première fois.

La possibilité de distinguer des mots différents a d'ailleurs été établie depuis longtemps par les résultats, souvent étonnants, du dressage des mammifères, le dressage « par persuasion » d'Hachet-Souplet.

Et le dressage, pourtant peu systématique, de certains animaux qui vivent dans des ménageries publiques fournit également des données très probantes à cet égard : il suffit d'aller à notre vieux Jardin des Plantes, et de faire saluer l'éléphant, de le faire se dresser, s'asseoir, etc. ou de faire tourner les ours bruns ou se débarbouiller les ours blancs, pour constater que, même en l'absence de tout geste, les mots appropriés, prononcés avec des tonalités très variables par des individus quelconques, suffisent à provoquer des actes qui sont effectués en l'attente d'une récompense, une bouchée de pain en l'espèce.

Les « animaux savants » présentés par des industriels, donnent des exemples manifestes de la précision de certains souvenirs. Le célèbre Munito agissait, au cours de ses pseudo-calculs, ou de ses pseudo-lectures, sur la perception de signes qui restaient inaperçus du public, bruits ou mouvements, associés par le dressage à des réactions déterminées; les chiens sont en outre extrêmement sensibles à de légères différences d'intonation dans l'énoncé des paroles[1], différences qui peuvent échapper à des hommes, et il y a là un procédé employé par des dresseurs qui savent se faire comprendre de l'animal en s'adressant au public.

1. J. Delbœuf a déjà insisté sur ce facteur qui fait croire à tort souvent qu'un animal comprend certains mots alors qu'il n'est sensible qu'au ton avec lequel ces mots sont prononcés. (L'intelligence des animaux. *Revue Scientifique*, janvier 1886, t. XXXVIII, p. 3-10.)

Particulièrement curieux à cet égard fut le dressage, non plus d'un chien cette fois, mais d'un cheval, le sage Hans, le « Kluge Hans » de Von Osten, qui savait aussi lire, calculer, jouer aux cartes, etc. et se déterminait d'après des jeux de physionomie, involontaires, paraît-il, de son maître[1].

Et cependant la lecture, en tant que reconnaissance de formes graphiques assez complexes, est réellement possible chez le chien, comme Thorndike a montré qu'elle était possible dans une certaine mesure chez le singe.

Cela ressort des fort intéressantes expériences de Lubbock sur son chien Van[2] :

Ce chien avait appris à distinguer des cartons tout semblables où se trouvaient écrits des mots différents et il savait, c'est là le point capital, chercher un carton approprié, spontanément, pour obtenir la satisfaction d'un désir à un moment donné, le carton « Water » quand il voulait boire, « Food » quand il voulait manger. Les cartes étaient changées de place, et étaient pourtant reconnues, au point que le mot Door, sur près de 120 expériences spontanées, ne fut confondu qu'une seule fois avec le mot Food[3].

§ 5. — RÔLE DE L'ATTENTION ET DES PHÉNOMÈNES INTELLECTUELS DANS LA MÉMOIRE SENSORIELLE.

Toutes les expériences et observations ci-dessus relatées sur la mémoire sensorielle des mam-

1. O. Pfungst. *Das Pferd des Herrn von Osten* (*der kluge Hans*), Leipzig, 1907.

2. Sir John Lubbock. *On the Senses, Instincts and Intelligence of Animals*, 1883, ch. XIV (Van), p. 277-281.

3. Plus récemment, Yerkes a donné une intéressante observation d'un chien savant capable d'épeler des mots difficiles, mais en se basant, comme le cheval, sur le son de la voix ou des mouvements imperceptibles. (The Behavior of Roger. *The Century Magazine*, 1908, t. LXXV.)

mifères fournissent à coup sûr des indications précieuses; on peut constater que cette mémoire n'est point nécessairement supérieure à celle des oiseaux, malgré la présence, chez ces derniers, d'une écorce cérébrale rudimentaire, comme nous l'avions annoncé en réfutant le raisonnement anatomique qui prétendait relier étroitement la mémoire à cette partie du système nerveux.

Les faits négatifs, d'ailleurs, sont loin d'avoir la même valeur que les faits positifs : quand un animal échoue, au bout d'un grand nombre d'essais, à reconnaître, à distinguer certaines perceptions, cela peut tenir à ce que la perception elle-même, pour des raisons sensorielles, s'effectue mal ou ne s'effectue pas; nous en avons un exemple dans la perception des couleurs, qui fait sans doute presque complètement défaut chez le raton et chez la souris valseuse. On tend même à admettre que toute perception doit laisser des souvenirs, puisqu'on étudie fréquemment ces perceptions, puisqu'on s'assure de leur existence, en étudiant leur mémoire.

Et, d'autre part, il faut, pour qu'on constate la persistance des souvenirs, que ces souvenirs influent sur des actes, qu'il s'établisse des associations entre des perceptions et des mouvements. On peut supposer, dès lors, que des souvenirs soient très correctement conservés bien avant que leur action se traduise constamment par un acte déterminé.

Enfin il est fort possible aussi que le souvenir ne soit pas acquis, tout simplement parce que la perception n'aura pas été effectuée, non par impossibilité sensorielle, mais par manque d'attention pour un objet déterminé.

Voyons de plus près ces deux dernières assertions, en commençant par la seconde.

On présente à un singe une série de vases tous pareils, mais on met devant les vases des petits

cartons avec des dessins; le singe peut les voir, mais il garde la liberté de son regard, et, s'il n'est pas amené à les regarder, il ne les verra pas; son attention peut se porter sur tout autre chose, et dès lors il ne pourra se souvenir des différences des dessins, qu'il n'aura jamais remarqués. Il est plus facile d'imposer à un animal des perceptions auditives, mais on ne peut pas, à coup sûr, attirer son attention sur un excitant sensoriel, alors surtout qu'il est préoccupé par la recherche de sa nourriture.

En second lieu, la perception étant correctement effectuée, deux cas peuvent se présenter; ou bien, et ce paraît être plus ou moins le cas général, ce n'est que peu à peu que la répétition de deux couples, — perception, mouvement utile, — et perception, mouvement inutile ou nuisible, — associera les termes de ces couples, jusqu'à établir entre eux un lien très fort, presque indissoluble. Et il y a là un phénomène très comparable aux acquisitions d'habitudes motrices, à cela près que, dans ce dernier cas, c'étaient deux phénomènes moteurs qui formaient le couple, et qu'ici il n'y a qu'un seul phénomène moteur, l'autre terme étant sensoriel.

De fait, les courbes d'acquisition sont absolument semblables aux courbes que nons avons décrites dans le chapitre précédent.

Mais, parfois, chez les animaux supérieurs comme les singes, au lieu de constater cette formation progressive d'une association de plus en plus forte, on assiste, dans l'acquisition de l'habitude, pour ouvrir une cage par exemple, à l'apparition brusque d'une association définitive, et cela ne peut s'expliquer que par un phénomène intellectuel : l'animal « comprend » la liaison de deux termes; cette liaison, au lieu de rester automatique, devient volontaire; et cette attention, qui prend cette fois l'aspect de la « réflexion », et qui permet à l'animal de remarquer

une causalité, rend définitive aussitôt l'association.

Nous avons noté que cela impliquait la mémoire sensorielle, la mémoire visuelle des objets sur lesquels les actes devaient porter. C'est alors une expérience identique à toutes celles que nous venons de relater, concernant la mémoire sensorielle directement étudiée. Et, de fait, chez les singes de Thorndike, nous constations des acquisitions extrêmement

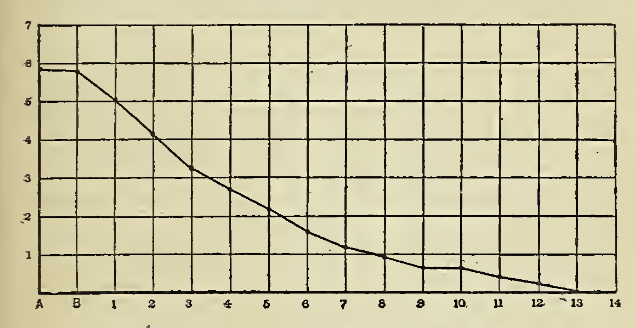


Fig. 14. — *Courbe d'acquisition de la discrimination du noir et du blanc chez les souris dansantes de Yerkes.* — L'acquisition est plus lente que pour la traversée du labyrinthe. (Voir fig. 9, p. 171.)

rapides, immédiates même : après une ou deux expériences, quand l'animal a compris, il ne se trompe plus.

Et, dès lors, cette mémoire paraît être très supérieure à celle des singes de Kinnaman, qui montrent une acquisition progressive et lente, tandis que les différences paraissent tenir à l'intervention, si variable dans les deux cas, d'un mécanisme intellectuel, d'un phénomène de compréhension.

Et, si la dissociation d'une habitude commence à s'effectuer dès que la répétition des termes associés cesse, on constate qu'après un intervalle donné, les animaux ont besoin de réacquérir leurs habitudes.

Quand un singe a « compris » une association, au contraire, il peut s'en souvenir très exactement après un intervalle aussi long. C'est ainsi que des singes de Thorndike ne faisaient pas d'erreur dans leurs réactions à des formes qu'on leur montrait après un intervalle de 40 jours.

Il y a là un phénomène de mémoire intellectuelle chez les singes, confirmé par le fait que, comme on peut le constater en examinant des séries d'expériences, ces animaux « apprennent à apprendre ». Quand on commence des expériences où l'on associe certaines perceptions à des aliments, ils associent moins vite les deux termes qu'ensuite, bien qu'on emploie alors des perceptions différentes; l'expérience acquise sert dans les cas nouveaux, elle est « transférée », et c'est bien là une marque de ce qu'on peut biologiquement appeler de l'intelligence.

Lorsque les phénomènes intellectuels interviennent, ils vicient donc les comparaisons relatives à la mémoire, qu'on peut être amené à faire. Et, comme l'intelligence est extrêmement inégale, la comparaison des animaux devient très difficile.

Une voie semble s'ouvrir pour une comparaison plus précise des mammifères entre eux, grâce à l'étude des réflexes psychiques de Pawloff, si tant est que ces réflexes psychiques se rencontrent chez tous les animaux de cet ordre.

Nous avons exposé précédemment[1] en quoi consistait cette méthode. L'établissement d'un lien certainement automatique et sur lequel les mécanismes intellectuels restent sans effet, donne une solution élégante du problème. Mais il faut bien se dire que cette appréciation de la mémoire est partielle, et que l'acquisition des souvenirs s'effectue, sans aucun doute, plus rapidement, que les résultats ainsi obtenus ne sembleraient l'indiquer

1. Voir p. 104.

§ 6. — LE PROBLÈME DE L'EXISTENCE D'IMAGES SENSORIELLES.

Mais il faut examiner encore une objection qu'on ne manque pas de faire très fréquemment et qui est la suivante :

Qu'est-ce qui prouve, dira-t-on, que, lorsqu'il se forme des associations entre une perception et un acte, cette perception laisse une image, un souvenir réel?

Nous avons déjà réfuté en partie cette objection. Mais il est de fait que la méthode des associations acquises ne permet pas d'emblée d'établir la persistance constante de l'influence des perceptions passées. Seulement cette persistance, c'est-à-dire la persistance d'images — car, objectivement, une image ne peut être conçue autrement, et peut l'être légitimement de cette façon, tandis que le problème de l'image, en tant qu'état de conscience, est insoluble — cette persistance, disons-nous, peut être mise en évidence de différentes manières, tout comme chez l'homme.

Une expérience de Cole sur le raton est à cet égard très démonstrative : il dresse un animal à réagir, non pas à un excitant, mais à une série d'excitants, en l'espèce des couleurs différentes, perçues surtout comme des clartés de différente intensité. Les deux séries se terminent par du bleu, mais l'une est précédée de deux apparitions de bleu, l'autre par une apparition de blanc et une d'orange. Une association automatique s'établira bien entre la perception du bleu et l'acte, mais comment pourront agir sur la nature de l'acte les perceptions préalables, supposées évanouies, s'il n'existe pas une influence persistante de ces perceptions, s'il n'en reste pas des souvenirs, des images.

D'ailleurs, en dehors de l'introspection, qui, chez

chaque homme, ne vaut que pour lui-même, nous affirmons la persistance d'images-souvenirs chez l'homme en général, parce que cette persistance peut se traduire par des actes nouveaux, qui n'ont jamais été associés aux perceptions primitives : en particulier des phénomènes de reproduction motrice des objets qui ont donné lieu à une perception, en sorte que la perception en puisse reparaître à nouveau ; ou bien des descriptions ou des évocations de ces perceptions par des phénomènes de langage ou de mimique.

Or, la reproduction est une méthode qui peut parfois donner des résultats chez les animaux, comme pour le chant et la parole même avec certains oiseaux ; c'est encore elle qui est en jeu dans certains phénomènes d'*imitation*.

Il est bien vrai que, ni chez le chien, ni chez le chat, ni même chez le singe, Thorndike n'a pu mettre en évidence de phénomène certain d'imitation, que Small a également échoué avec le rat blanc, Cole avec le raton laveur, Yerkes avec la souris japonaise ; que Vignoli affirme l'absence d'imitation par vision des actes chez les chiens [1].

Mais Berry [2] a trouvé chez le rat des faits qui paraissent bien indiquer des processus d'imitation, ainsi que Davies chez le raton, que Hobhouse sur le chat, le chien et l'éléphant, que Kinnaman sur ses singes ; et, tout récemment, Haggerty a mis en évidence des phénomènes d'imitation sur neuf singes (*Macacus et Cebus*), parmi onze qu'il avait étudiés [3].

1. Vignoli. *Rendiconti dell Istituto Lombardo*, 1892, série II, t. XXV.

2. Ch. Sc. Berry. The imitative tendency of white Rats. *Journal of compar. Neurology and Psychology*, t. XVI, p. 333-361.

3. M. E. Haggerty. An experimental Study on Imitation in Monkeys. (Communication au XVIIe Congrès de l'American Psychological Association). *Psychological Bulletin*, t. VI, n° 2, 15 février 1909, p. 39.

Le fait d'échouer à obtenir des phénomènes d'imitation ne prouve bien entendu pas qu'il n'existe point d'images visuelles des actes faits par d'autres, et susceptibles de se traduire en actes personnels, car l'imitation exige d'autres facteurs ; mais, en outre, il ne prouve même pas que l'imitation ne puisse être très développée chez les animaux étudiés, car, comme nous l'avons déjà dit, les échecs paraissent tenir aux conditions mêmes de l'expérience, où l'attention de l'animal ne se porte pas sur les actes qu'on lui veut montrer.

Et chez les singes, à qui Thorndike paraît porté à dénier la capacité imitative, des observations incontestables et qui peuvent être répétées à volonté, prouvent la place très considérable que tient l'imitation dans la genèse de beaucoup des actes de ces animaux, pendant leur vie normale, et en ce qui concerne les manifestations spontanées d'une activité de luxe, en quelque sorte, en particulier dans les jeux[1].

Enfin il est même possible, dans beaucoup d'espèces animales, de mettre en évidence l'existence d'images et de phénomènes d'association spontanée de ces images, non certes par la description en termes de langage, puisque ce précieux moyen de recherche fait défaut, mais tout au moins par une certaine expression mimique.

Il suffit à cet égard d'observer le sommeil du chien ou du chat pour noter, comme chez un dormeur

1. L'imitation restera toujours douteuse évidemment si on se déclare décidé à ne l'admettre que sur la preuve de l'existence d'un intermédiaire *conscient*, comme George H. Mead, qui ne voit, avec Hobhouse, dans les autres phénomènes qu'une pseudo-imitation, un « mimétisme », une « mimicry » (*Psychological Bulletin*, 1907, t. IV, nº 7, p. 210).

Thorndike déclare aussi que ce n'est pas véritablement la mémoire qu'on étudie dans l'acquisition des habitudes parce qu'il n'y aurait pas d'image consciente?!

humain, des mouvements, presque des actes, des jeux de physionomie, qui permettent, avec plus ou moins de précision, de connaître la nature des images, des phénomènes mentaux qui se produisent à ce moment, en restant bien entendu sur le terrain objectif où nous ne cessons jamais de nous placer.

On a signalé l'existence de rêves chez un grand nombre d'animaux, des oiseaux (cigogne, serin, aigle, perroquet, hyrax, bouvreuil, etc.), et surtout chez des mammifères, le chien, le chat, le cheval, le lion, la vache, la chèvre, et principalement le singe[1].

Et, en outre, dans la veille même, comme chez l'homme des images peuvent surgir avec une vivacité exceptionnelle, telle qu'elles marquent les perceptions du milieu extérieur et s'imposent à l'esprit par un jeu pathologique dont le mécanisme exact est loin encore d'être bien éclairci, de même, chez l'animal,

1. Sénèque et Lucrèce ont déjà signalé des rêves d'animaux. Romanes relate un certain nombre de faits d'après divers auteurs (*L'évolution mentale des animaux*, trad. fr., p. 141-142) et en particulier d'après Darwin (*La descendance de l'homme*).

De Sanctis (*I Sogni*) a fait une enquête à ce sujet qui lui a fourni des documents intéressants.

Thury (Mœurs de l'hirondelle domestique. *Archives de Psychologie*, décembre 1902) a signalé des gazouillements dans le sommeil de l'hirondelle, à rapprocher des paroles prononcées par les perroquets endormis d'après Houzeau (*Facultés mentales des animaux*).

J'ai signalé aussi des faits de provocation expérimentale de rêves chez le chien (H. Piéron. Observations de psychologie animale. *Revue de Psychiâtrie*, 1904, p. 79-80).

Enfin, J. von Fischer, qui a étudié plus de onze cents singes, et noté, entre autres observations intéressantes relatives à leur capacité imitative, ce fait qu'ils peuvent être effrayés par une image (de serpent, par exemple), etc., signale la fréquence et la vivacité des rêves qui sont souvent terrifiants et paraissent constituer de véritables cauchemars (Etudes psychologiques sur les singes. *Revue des sciences naturelles*, 3e série, t. III, 1884).

l'image peut se révéler sous la forme hallucinatoire.

On peut observer, sous l'influence de toxiques, des chiens atteints d'hallucinations de tous les sens, la mimique révélant surtout, comme chez les aliénés, les hallucinations visuelles. La rage ou des lésions encéphaliques peuvent engendrer les mêmes effets, comme chez les animaux opérés par G. Pagano, et dont il présenta un exemple fort concluant au Congrès de Physiologie de Bruxelles, quel que soit d'ailleurs le mécanisme de production des hallucinations dans ce cas où la lésion portait sur l'appareil cérébelleux[1].

II

L'ÉTUDE DE LA MÉMOIRE SENSORIELLE DANS LES PHÉNOMÈNES D'ORIENTATION.

§ 7. — LE PROBLÈME DE L'ORIENTATION.

Les phénomènes d'orientation ont été l'objet d'innombrables controverses, dans lesquelles nous éviterons le plus possible d'entrer, et qui ont été suscitées surtout par ce qu'on appelle, non sans prétention, le « mystère » du pigeon voyageur.

Fidèles à notre méthode évolutionniste, nous n'envisagerons les animaux supérieurs, où les phénomènes doivent être le plus complexes, qu'après avoir passé en revue les faits d'orientation connus chez les animaux relativement les moins élevés.

Nous verrons que les phénomènes de mémoire

1. Cf. Giuseppe Pagano. Essai de localisations cérébelleuses, in Compte rendu du VIe Congrès international de Physiologie. *Archives int. de Physiologie*, t. II, décembre 1904, p. 134-135.

jouent toujours un rôle capital, sinon exclusif, quelles que soient les données sensorielles dont le souvenir entre en jeu. Les faits sont à cet égard très probants et ne s'accordent pas avec les interprétations obscures et simplistes invoquant parfois des attractions mystérieuses ou des tropismes non moins mystérieux en général.

Une excellente mise au point des faits connus sur les problèmes de l'orientation a été établie d'ailleurs, il y a quelques années, par Ed. Claparède, et nous ne pouvons qu'y renvoyer, pour l'examen systématique de cette question, que nous n'envisageons qu'accessoirement[1]. Nous n'aurons à parler que d'un certain nombre de travaux postérieurs à cette étude.

§ 8. — L'ORIENTATION CHEZ LES MOLLUSQUES.

Chez les invertébrés inférieurs, nous ne connaissons que peu de cas certains d'orientation ; mais il en est un qui nous met immédiatement en présence de phénomènes de mémoire sensorielle particulièrement fine et précise, et qui montre que cette mémoire peut être très développée chez les Mollusques gastéropodes. Le cas en question est en effet fourni par la Patelle.

On ne le soupçonnerait certes pas à voir sur les rochers ces coquilles en forme de chapeaux chinois, adhérentes à la pierre au point d'y paraître incrustées ; les mollusques ont en effet une loge très précise à laquelle leur coquille est étroitement adaptée, ses sinuosités suivant exactement le relief de la pierre, les creux et les pleins s'emboîtant de façon parfaite.

Or la Patelle ne reste pas toujours, quoi qu'il paraisse, sur sa demeure ; elle déambule à certains

1. Ed. Claparède. La faculté d'orientation lointaine. *Archives de Psychologie*, t. II, 1903, p. 133-180.

moments sur les rochers pour aller brouter les algues qui lui servent de pâture ; et elle sait retrouver sa place. Lorsqu'à mer basse une patelle se promène en quête de nourriture, il est souvent facile, en lançant sur elle des paquets d'eau de mer, imitant les vagues à la mer montante, de lui faire regagner son emplacement ; elle se hâte de revenir s'y fixer. Des expériences sur les conditions du retour, sur les facteurs qui influent, sur les perturbations susceptibles d'égarer l'animal, permettent de mettre en évidence l'existence d'une mémoire topographique détaillée[1].

La Patelle connaît son chemin de retour au relief de la roche qu'elle explore avec ses tentacules, et tout changement la trouble : elle s'arrête alors, cherche à droite et à gauche, et, après une longue pause, finit par passer malgré tout, et retrouve son chemin, ce passage indiquant l'intervention de données musculaires qui suppléent un moment aux points de repère tactiles.

Les environs immédiats de l'emplacement dans un rayon moyen d'une dizaine de centimètres, sont connus d'une façon permanente par la Patelle, qui retrouve sa demeure alors qu'on l'en a retirée pour la déplacer ; au retour, si on la met brusquement au delà de sa place, elle sait également revenir, pour la reprendre, si elle se trouve dans la zone connue.

1. H. Piéron. Sens de l'orientation et mémoire topographique de la patelle. *C. R. Ac. des Sciences*, 1909, t. 148, p. 530. Contribution à la biologie de la Patelle et de la Calyptrée : Le sens du retour et la mémoire topographique. *Archives de Zoologie expérimentale. Notes et Revue*, 1909, nº 1, p. XVII-XXIX ; L'Ethologie, les phénomènes sensoriels. *Bulletin scientifique de la France et de la Belgique*, 1909, t. XLIII, p. 71-90.

Les premières observations précises sur le retour de la Patelle, sur son « Homing », datent de J. R. Davis (The Habits of Limpets, *Nature*, 1885, t. XXXI, p. 200, et 1895, t. LI, p. 511) et de C. Lloyd Morgan (the Homing of Limpets, *Nature*, 1895, t. LI, p. 27).

Enfin elle connaît très bien le relief de l'emplacement lui-même et s'y tourne de manière à occuper toujours la même position, ce qui lui permet d'adapter exactement les indentations du bord de la coquille, alors même que l'on a modifié artificiellement ces indentations qui ne s'adaptent plus désormais; sa connaissance est due aux sensations tactiles des petits tentacules palléaux qui explorent tout autour de la coquille.

Ainsi cet animal, à marche très lente, qui ne s'éloigne presque jamais, semble-t-il, au delà de 40 à 50 centimètres de sa place habituelle et a cependant besoin de plusieurs heures pour effectuer ces voyages, arrive, dans ce cercle évidemment étroit, à garder, soit une mémoire passagère du chemin qu'il vient de parcourir, soit une mémoire durable de la topographie de son emplacement et de ses environs immédiats, mémoire qui, dans un cas, a pu persister après un intervalle de quinze jours, pendant lesquels l'animal avait été déplacé.

Des faits très analogues ont été constatés chez la Calyptrée, ainsi que chez la Siphonaire et la Fissurelle[1], tous Gastéropodes très différents, mais ressemblant à la Patelle par un phénomène fort curieux de convergence, au point de vue psychophysiologique comme au point de vue morphologique; d'ailleurs la mémoire est beaucoup moins complète chez eux que chez la Patelle.

§ 9. — L'ORIENTATION CHEZ LES HYMÉNOPTÈRES.

Chez les Arthropodes, chez les insectes supérieurs que sont les Hyménoptères, les faits d'orientation deviennent la règle.

Chez les fourmis, les ouvrières, étant privées d'ailes,

1. M. A. Willcox. Homing of *Fissurella* and *Siphonaria*, *Science*, 1905, t. XXII, p. 90.

permettent une étude assez précise, parce qu'on en peut suivre la marche. Mais, chez ces insectes sociaux, les différences suivant les espèces sont extrêmement considérables, et le mécanisme de l'orientation n'est pas identique dans tous les cas comme certains auteurs ont tenté de le faire croire.

Et en effet les sens n'ont pas chez toutes les fourmis la même importance, et ne peuvent pas avoir la même, si l'on songe qu'il y en a qui sont aveugles et d'autres très clairvoyantes !

Dans un certain nombre d'espèces, les ouvrières, lorsqu'elles se sont éloignées de leur nid, suivent, pour y revenir, exactement le même chemin qu'à l'aller, tout comme les patelles ; envisageons par exemple le cas de fourmis moissonneuses qu'on rencontre dans le midi (*Aphænogaster* [*Messor*] *barbara*) : une modification dans les principaux accidents rencontrés sur leur chemin a le même effet que sur les patelles ; elles s'arrêtent, cherchent à droite et à gauche, et finissent en général par passer : si c'est un obstacle nouveau, une touffe d'herbe ajoutée, un fossé creusé, elles le contournent et le traversent bientôt ; si au contraire c'est un obstacle qu'on fait disparaître, une touffe d'herbe par exemple, la recherche de la touffe pourra se prolonger pendant plus d'une heure, et certains individus s'égareront même. Une odeur inattendue provoquera également un arrêt, et la fuite des fourmis s'il s'agit de l'odeur de fourmis ennemies. Mais le simple lavage du chemin restera sans action ; des modifications faibles du relief sont aussi inefficaces. Le fait de vernir les yeux est à peu près sans action.

Il en résulte que la mémoire topographique du chemin parcouru porte sur des points de repère tactiles, mais qu'il n'existe pas de « piste » olfactive. La mémoire permanente des environs immédiats de l'orifice du nid est presque nulle ; mise à quelques

centimètres de sa fourmilière une ouvrière s'égare presque toujours : elle se montre en cela inférieure à une patelle!

Le rôle principal paraît en effet dévolu à la mémoire musculaire des mouvements effectués. Lorsque le chemin traverse un espace assez homogène, comme un sentier, on peut constater en effet, en préparant un piège qui permet de déplacer par translation une fourmi en un point donné de son chemin de retour, que celle-ci continuera sa route pour s'arrêter à un point correspondant à l'ouverture du nid, qu'elle aurait atteinte si on ne l'avait pas dérangée[1].

Le cas est différent chez des fourmis à odeur forte, les *Lasius*. Celles-ci, dans la plupart des cas, suivent réellement, dans leur retour au nid, la piste olfactive due aux traces qu'elles ont laissées à l'aller : l'interruption de ces traces les désoriente, mais ne réussit pas à les égarer, la mémoire musculaire intervenant, pour provoquer le passage[2]. La fourmi reconnaît même à ces traces la direction qu'elle doit suivre. Forel a déjà constaté qu'une petite fourmi des prés (*Formica pratensis*), mise dans une position quelconque sur le chemin de retour, se dirigeait immédiatement du côté du nid ; et Bethe[2] a mis le fait en évidence en disposant sur un chemin de fourmis une planchette tournante, qu'il déplaçait de 180° quand un individu y était arrivé : une fois au bout, elle se retournait et revenait sur son chemin, ayant rencontré la piste qu'elle venait de parcourir.

Enfin, sur une espèce toute différente (*Stenamma fulvum*), miss Fielde a mis nettement en évidence

1. H. Piéron. Du rôle du sens musculaire dans l'orientation de quelques espèces de fourmis. *Bull. de l'Inst. gén. psychologique*, 1904, 4e année, n° 2, p. 168-185.

2. A. Bethe. Dürfen wir Ameisen und Bienen psychische Qualitäten zuschreiben. *Arch. für die ges. Physiol.*, 1898, t. LXX, p. 15-100.

l'orientation par mémoire des traces olfactives[1].

Mais il existe un très grand nombre de fourmis très clairvoyantes qui ne suivent pas du tout le même chemin pour revenir à leur nid que pour s'en éloigner et qu'il est très difficile d'égarer : ce sont des fourmis à vue excellente, et qui, à l'inverse des espèces précédentes, s'éloignent isolément à de très grandes distances (*Formica rufa*, *F. cinerea*, *F. sanguinea*, *Polyergus rufescens*, etc.).

Avec ces espèces, toutes les modifications de leur chemin restent sans effet, la mémoire topographique embrasse un champ plus vaste, où les détails ne jouent aucun rôle; et ce sont les souvenirs visuels qui entrent surtout en jeu; les fourmis apprennent à connaître des zones étendues dans un assez grand rayon autour de leur nid, zones que, très agiles, elles explorent fréquemment[2].

L'influence de données visuelles peut d'ailleurs être mise en évidence même chez les espèces qui se guident plutôt par l'odorat, comme les *Lasius niger*, qui sont influencés, ainsi que l'a montré Lubbock[3], par la direction de la lumière.

Enfin on doit noter que, surtout pour les fourmis qui usent de repères visuels, il peut exister une connaissance permanente des environs du nid, comme nous en avons déjà noté chez la Patelle, connaissance qui s'acquiert peu à peu par un apprentissage associatif où interviennent différents éléments sensoriels de toute nature, et qui a été fort bien mise en lumière

1. Miss Fielde. Further study on an ant. *Proc. Philad. Academy Nat. Science*, 1901, t. LIII, p. 521 sqq.

2. Cf. Fabre. *Souvenirs entomologiques*, t. II. Les fourmis rousses, p. 134-156. — Wasmann, Zum Orientierungsvermögen der Ameisen. *Allg. Zeitschr. für Entomologie* 1901, t. VI, p. 39-42. — A. Forel. Expériences et remarques sur les sensations des insectes. *Rivista di Scienze biologiche* 1900-01.

3. J. Lubbock. *Fourmis, abeilles et guêpes*, t. I et II.

par d'excellentes expériences de Turner[1], faites avec des nids artificiels.

Mais toute orientation n'implique pas nécessairement un long apprentissage, alors que les fourmis peuvent, lorsqu'elles s'éloignent beaucoup de leur nid dans une région nouvelle, y revenir, grâce aux mécanismes de mémoire sensorielle, de durée plus restreinte, que nous avons indiqués.

La vision joue un rôle prépondérant, presque exclusif, dans l'orientation des Formica et des Polyergues, fourmis particulièrement agiles, bien que des repères d'un autre ordre puissent à la rigueur être utilisés ; et il semble bien que ce soit le cas constant chez les Hyménoptères ailés, dont le vol rapide et l'élévation au-dessus du sol favorisent presque exclusivement la sensibilité visuelle, l'existence de traces olfactives ne pouvant plus être invoquée en aucun cas.

Il est vrai que, chez ces insectes, on a déjà invoqué un sixième sens, peu défini d'ailleurs, une attraction magnétique et d'autres influences mystérieuses. En réalité il n'existe aucun fait probant qui exige l'intervention de facultés nouvelles ; et en revanche le rôle de la mémoire visuelle est mis en évidence par d'innombrables observations entre lesquelles il n'y a que l'embarras du choix.

1. C. H. Turner. A preliminary note on ant behavior. *Biological Bulletin*, 1906, t. XII, p. 31. The Homing of ants. *Journal of Compar. Neurology and Psychology*, 1907, t. XVII, p. 367-434.
Turner a montré l'action des excitants tactiles, olfactifs, optiques, auditifs même, sur le retour au nid de douze espèces qu'il a eu le tort de ne point différencier, *Myrmica punctiventris*, *Prenolepis imparis*, *Formica fusca* v. *subsericea*, *Pheidole*, etc., etc.). Il n'a pas compris que, lorsque je parlais de types musculaire, olfactif ou visuel d'orientation, je ne niais pas cependant l'action simultanée, mais subordonnée, d'autres repères sensoriels, que j'ai au contraire signalés.

Les abeilles, qui ont été le plus souvent observées, ne savent pas, dès leurs premières sorties, s'orienter correctement à de grandes distances : elles commencent par voleter autour de la ruche, la tête tournée vers celle-ci, et elles ne s'éloignent que progressivement dans la suite ; il leur faut un apprentissage[1].

Si on les lâche, avant cet apprentissage, à quelque distance de la ruche, elles sont en effet incapables de la retrouver. Il suffit même de déplacer la ruche pour constater que n'importe quelle abeille est incapable d'y revenir, à des distances de 40 à 50 mètres tant qu'un vol d'exploration ne lui a pas permis de prendre connaissance des environs dans cet emplacement nouveau.

Mais les vols d'exploration permettent bientôt aux abeilles de connaître la région sur une très grande étendue, dans un rayon maximum de 12 kilomètres, sauf s'il existe une partie de ce cercle qui n'est jamais explorée, comme on le constate pour des ruches placées au bord de la mer ou d'un grand lac : des individus lâchés sur l'eau à 3 kilomètres de leur demeure se perdent tous[2].

1. Von Buttel Reepen. Sind die Bienen Reflexmaschinen ? *Biologisches Centralblatt*, 1900, p. 177-193, 209-224, 289-304. — G. Bonnier. Le socialisme chez les abeilles. *Bull. de l'Inst. gén psychol.*, 1907, 7e année, no 6, p. 397-426.

2. E. Yung. Un sens mystérieux : le sens du retour. *Semaine littéraire* (Genève), 5 mars 1898. — Tout récemment, G. Bonnier (Le « sens de direction » chez les abeilles, *C. R. Ac. des Sc.*, 1909, t. 148, p. 1019) a relaté des expériences d'où il conclut à un sens de la direction non autrement défini et siégeant dans les ganglions cérébroïdes : il a obtenu en effet des départs, dans la direction exacte de la ruche, chez des abeilles aveuglées ou privées d'antennes, et transportées dans un cercle de 2 kilomètres autour des ruches. Mais, dans ces cas, il pouvait y avoir une influence des vents dominants fournissant la direction générale, les vents n'ayant sans doute pas changé au cours de l'expérience. Et les abeilles ainsi traitées ne regagnèrent certainement pas leurs ruches.

Les autres Hyménoptères n'apprennent à connaître en général qu'une superficie bien moindre; cependant Fabre a observé des retours chez des abeilles maçonnes (Chalicodomes des Hangars) et chez des Cerceris, à des distances de 3 à 4 kilomètres[1].

La distance serait moindre encore pour les bourdons, mais la méthode d'apprentissage est la même, et les jeunes bourdons effectuent autour du nid, comme les jeunes abeilles, des vols d'orientation circulaires, la tête tournée vers le centre; tous les individus participent à un tel vol chaque fois que la ruche est déplacée. Et il en est de même pour les abeilles Mélipones d'Amérique[2].

Après l'achèvement du terrier, les Cerceris, les Pompiles, les Sphex explorent les environs[3]. Et Ferton décrit cette exploration chez le *Tachysphex mediterraneus* : « Quand il a fini, dit-il, de creuser le terrier, et qu'il en a caché l'entrée sous une mince couche de sable, avant de le quitter pour aller chercher la première proie, il s'élève du sol, plane au-dessus de l'orifice en s'en écartant de plus en plus. Puis il s'abat sur le nid, s'envole de nouveau, et recommence plusieurs fois la même manœuvre, dans le but évident de se graver dans la mémoire l'aspect des lieux[4] ».

1. Fabre. *Souv. entomol.* t. II, p. 261-274, 299-312, t. III, p. 99-123.

2. J. Perez. Notes zoologiques. *Actes de la Société linnéenne de Bordeaux*, 1894, t. XLVII, p. 63, 136 et 292-297.

3. Cf. Bates. *The naturalist in the River-Amazone*, Londres, 1873. — G. et E. Peckham. On the instincts and habits of solitary wasps. *Proceedings of Wisconsin Natural History Society*, 1898, p. 211-219.

4. Ch. Ferton. Notes détachées sur l'Instinct des Hyménoptères mellifères et ravisseurs, 4e série, *Annales de la Société entomologique de France*, 1908, t. LXXVII, 4e trim., p. 510.

Dans cette mémoire visuelle topographique, on doit bien s'attendre à ce que des points de repère particuliers jouent un rôle important.

C'est ainsi que, si l'on rase l'herbe aux alentours d'un nid de bourdons, les individus qui rentrent ne retrouvent plus leur demeure et s'introduisent parfois dans des nids étrangers voisins[1]. Un fait plus net encore est fourni par une observation d'un hyménoptère solitaire, un Bembex :

A cinquante centimètres de son nid se trouvait un pied de *Vincetoxicum officinale*; la plante fut éloignée d'environ soixante centimètres; le Bembex, désorienté, ne trouva pas son nid et repartit; la plante fut alors remise en place, le Bembex revint, et vola droit sur l'ouverture du nid[2]. Dans une expérience très analogue, Bouvier vit un Bembex chercher son terrier pendant trois quarts d'heure après qu'on eut répandu du sable sur le terrain environnant[3].

En revanche, il existe des cas où la mémoire d'un élément important paraît faire plus ou moins complètement défaut. C'est ainsi que G. Bonnier signale que, si l'on déplace une ruche dans la journée pour la mettre même à très faible distance, les abeilles retournent à l'ancien emplacement et y restent indéfiniment comme si la vue de la ruche n'intervenait pas, et il suffit même, d'après Bethe, de faire pivoter une

1. O. J. Lie Pettersen. Neue Beitræge zur Biologie der norwegischen Hummeln. *Bergen's Museum Aarbog*, 1906, nº 9. Cf. encore, sur l'orientation chez les bourdons : Wagner. Psychobiologische Untersuchungen an Hummeln. *Zoologica*, 1906, Heft 46; et Buttel-Reepen Zur Psychobiologie der Hummeln. *Biologisches Centralblatt*, 1907, t. XXVII, nºs 18 et 19, p. 577 sqq et 604 sqq.

2. Ernest Marchand. Sur le retour au nid du *Bembex rostrata* Fabr. *Bull. de la Soc. des Sc. nat. de l'Ouest de la France*, 1900, t. X, p. 247-250.

3. Bouvier. Les habitudes des Bembex. *Année psychologique*, 1901, t. VII, p. 55-62.

ruche, pour remarquer que les abeilles vont droit au point où se trouvait l'ouverture.

Y a-t-il là une habitude musculaire qui prédomine, une fois l'animal arrivé dans une zone bien connue, l'attention ne se portant pas sur la ruche elle-même ? Y a-t-il orientation guidée par la topographie des environs sans que la vue de la ruche intervienne ?

Il est évidemment difficile de trancher cette alternative, bien que Bethe ait remarqué aussi le peu d'influence, dans ce cas, des modifications dans l'aspect des lieux environnants, ce qui est en faveur de la première hypothèse.

Un cas très analogue est d'ailleurs fourni par une intéressante observation de Ferton[1] sur des abeilles solitaires, des Osmies, qui nidifient dans des coquilles d'escargot : des déplacements successifs de la coquille d'une d'elles entraînèrent à chaque retour des vols de plus en plus compliqués, car l'Osmie (*Osmia rufohirta*) commençait par aller droit à l'ancien emplacement, puis successivement à tous les autres, pour en arriver enfin au dernier où se trouvait son nid[2].

Et, après une absence un peu longue (10 minutes), la coquille n'ayant encore été déplacée qu'une fois, c'est le souvenir le plus récent qui parut effacé chez une autre Osmie (*Osmia ferruginea*), qui resta longtemps à rechercher sa coquille à la place ancienne, et ne retrouva que tard la place nouvelle.

Cette dernière Osmie qui n'a pas l'habitude, comme la précédente, de déplacer spontanément sa coquille,

1. Ch. Ferton. Notes sur l'instinct des Hyménoptères mellifères. *Annales de la Société entomologique de France*, 1905, t. LXXIV, p. 89-101.

2. Plateau a constaté un fait analogue chez des bourdons qui, ayant commencé à passer derrière un buisson pour arriver à un groupe de roses trémières, continuaient toujours à effectuer ce détour au lieu de se diriger tout droit sur le mur auquel s'adossaient les fleurs (*Année Psychologique*, t. XV, p. 148-159.)

paraît avoir, corrélativement, une mémoire topographique moins développée, tout en se comportant de même, dans l'ensemble[1].

Mais les Pompiles de Fabre n'agissaient pas ainsi, et ne retournaient pas à des emplacements anciens quand ils recherchaient leur proie, que l'expérimentateur déplaçait : ils allaient toujours droit à la dernière place où se trouvait l'araignée qu'ils avaient paralysée.

Toutes les observations concordent bien, en tout cas pour mettre en évidence une mémoire visuelle très développée, non tant de détails évidemment — sauf parfois pour des repères dans les environs du nid — que d'ensembles ; et au cours du vol, les objets constituent en effet des ensembles simultanés plus

1. Ferton a montré qu'il intervenait parfois des données olfactives pour la reconnaissance de la coquille, et Giard a apporté des faits confirmatifs.

En outre, j'avais émis, sous réserve du contrôle expérimental, l'hypothèse, à propos de certains faits relatés par Ferton sur une Osmie, que la mémoire musculaire pouvait jouer un rôle important dans le retour. (Cf. *Bulletin de l'Institut général psychologique*, 1906, 6e année, n° 1, p. 29-40). Mais Ferton a fait une série d'expériences pour soumettre cette hypothèse au contrôle des faits, expériences qui paraissent nettement montrer le rôle à peu près exclusif de la mémoire visuelle, chez *Osmia rufohirta* Latr., *Eumenes pomiformis* Fabr., et *Pompilus rufipes* Fabr. var. *funereipes Costa* (Ch. Ferton. Notes détachées sur l'instinct des Hyménoptères, mellifères et ravisseurs. 4e série. *Ann. de la Soc. entomol.*, 1908, t. LXXVII, 4e tr., p. 578-585).

En revanche, dans les cas de chemins souvent répétés et ne dépassant pas une distance très limitée, Ferton a pu mettre en évidence le rôle de la mémoire musculaire : chez une *Ammophila Heydeni*, creusant son terrier et en allant porter les déblais toujours à une même distance (50 à 60cm), il nota que le retour, qui exigeait d'abord une exploration de reconnaissance, ne tarda pas à s'effectuer automatiquement en quelque sorte, avec la précision mathématique d'une habitude acquise : les erreurs ne survenaient que si le vent, par exemple, variait d'intensité, ce qui provoquait une variation d'effort dans le vol et troublait le jeu de la mémoire musculaire.

faciles à retenir qu'au cours de la marche, où ce sont des repères successifs qui doivent en général intervenir.

Forel a très justement signalé cette différence capitale : « Les insectes aériens, dit-il, et les êtres aériens en général, planant au-dessus des objets terrestres, doivent avoir et ont une connaissance des lieux fort différente de celle des êtres non ailés, bien plus sommaire et bien plus étendue ». Trois kilomètres pour des abeilles peuvent équivaloir, à cet égard, à trois ou quatre mètres pour certaines fourmis, à beaucoup moins encore pour d'autres.

La mémoire visuelle topographique des Hyménoptères est même une cause d'erreur importante qui a vicié bien des expériences sur la question si controversée de l'attraction des abeilles par les fleurs et du problème de la prédominance des influences chromatiques ou des influences olfactives[1].

En effet, quand un de ces insectes est venu à une fleur ou à un groupe de fleurs et a trouvé du pollen, il y revient, et revient à la place où se trouvaient ces fleurs si on les a ôtées et si on leur a substitué des fleurs artificielles colorées (quand on veut prouver l'influence visuelle), ou même si on en a ôté seulement les pétales (quand on veut prouver l'influence olfactive). Ce retour a été constaté maintes fois et il s'obtient très facilement avec les abeilles : en mettant du miel à un endroit déterminé, cet endroit sera encore objet de nombreuses visites alors même qu'on n'y mettra plus de miel, pendant quelque temps.

1. Voir en particulier, parmi les plus récents travaux : PLATEAU. Les Insectes et la couleur des fleurs. *Année psychologique*, 1907, t. XIII, p. 67-79. (Thèse de l'influence olfactive). — JOSÉPHINE WÉRY. Quelques expériences sur l'attraction des abeilles par les fleurs. *Bulletin de l'Académie royale de Belgique* (classe des Sciences), 1904, nº 12, p. 1211-1261. (Thèse de l'influence visuelle).

On peut d'ailleurs frapper d'amnésie des Hyménoptères : il suffit de les éthériser ou de les chloroformer; les souvenirs acquis avant la narcose paraissent alors définitivement (?) perdus, et l'on constate alors, comme l'a fait von Buttel Reepen, que des abeilles, dans ces circonstances, ne sont plus capables de s'orienter[1].

§ 10. — L'ORIENTATION CHEZ LES VERTÉBRÉS

La vue paraît bien jouer le principal rôle dans l'orientation chez les vertébrés. Mais, chez les Poissons, la question a été très peu étudiée. Mlle Goldsmith, au cours de son intéressant travail, que nous avons déjà cité, note que le Gobius, dans la recherche de son nid — en l'espèce une coquille — retourne à la place où il était situé, alors même qu'on l'a déplacé ; dans l'obscurité, il est incapable de retrouver cette place, ce qui indique le rôle essentiel de la vue.

Mais il s'agit là d'orientation à bien courte distance, un cristallisoir, même pour un poisson aussi petit que le Gobius, ne constituant pas un vaste champ d'expérience. Malheureusement les expériences deviennent très difficiles pour ce qui est de l'orientation lointaine. On n'a pu recueillir que des documents bien

1. On a envisagé aussi l'orientation, non plus dans l'espace, mais dans le temps, des Hyménoptères. Les abeilles sont susceptibles de venir à heure fixe en un lieu où se trouve momentanément du sucre, une table servie par exemple (Cf. A. Forel. Mémoire dû temps et association des souvenirs chez les abeilles. *Bull. de l'Inst. gén. Psych.*, 1906, 6e année, no 3-6, p. 258-264).

Elles ne vont butinêr aussi sur le blé noir que jusqu'à dix heures du matin, cette plante ne donnant du miel qu'à ce moment. (Cf. Buttel Reepen, *Biologisches Centralblatt*, 1900).

Mais il est difficile de parler véritablement de mémoire du temps alors qu'il peut s'agir d'influences rythmiques de nature organique, si ce n'est même d'une action de la luminosité solaire.

incomplets encore sur les saumons qui reviennent frayer dans les mêmes rivières.

Il n'est pas possible en effet d'observer de façon continue les déplacements des poissons ; il faut, lorsqu'on en a marqué en un endroit, attendre que les hasards de la pêche et le bon vouloir des pêcheurs renseignent sur le lieu où quelques individus furent pris, ce qui permet de reconstituer, avec une grande part d'arbitraire, des itinéraires probables.

Chez les Reptiles, le retour au nid des lézards prêterait sans doute à la recherche, d'autant que certains peuvent être assez facilement apprivoisés, et l'on pourrait faire la part, qui doit être considérable, des souvenirs visuels dans l'orientation, et déterminer le rôle des repères et l'étendue du domaine pouvant être objet d'une connaissance topographique. Mais aucune recherche n'a encore été dirigée en ce sens.

En revanche les Oiseaux ont été étudiés par un très grand nombre d'observateurs, ou du moins certains oiseaux, les pigeons voyageurs. Beaucoup d'autres pourtant présentent une mémoire topographique remarquable, et le retour des hirondelles et de bien d'autres migrateurs à leur nid habituel est bien connu, après des excursions hivernales à des distances de plusieurs centaines de kilomètres. Mais le pigeon voyageur peut être étudié facilement, puisqu'on peut expérimenter sur lui à tout moment; d'autre part il est ou du moins il a été très utile, et dès lors on s'y est intéressé davantage et l'on en a élevé un grand nombre. Mais, si les études ont été fréquentes, elles n'ont pas toujours été faites avec une grande rigueur scientifique, et un grand nombre de résultats plus ou moins fantaisistes ont, pendant un temps, obscurci comme à plaisir la question.

Il semble qu'on en soit plutôt revenu à l'heure actuelle, tout en admettant l'intervention de quelques facteurs secondaires tels que l'influence des vents,

à l'opinion primitive, qu'exprimait Milne Edwards dans ses Leçons d'anatomie et de physiologie comparée, et qui consiste à attribuer au pigeon une mémoire topographique visuelle extrêmement développée, avec acquisition progressive des souvenirs, grâce à des explorations dans des rayons de plus en plus étendus[1], tout à fait comme chez les fourmis, dans un rayon limité, d'après les expériences de Turner.

Le fait de l'apprentissage est de la plus grande netteté. Il faut qu'un pigeon apprenne à retrouver son colombier. Les jeunes pigeons s'égarent très facilement, si on les éloigne à quelque distance, et dans les lâchers lointains on constate généralement que

1. Sur le problème de l'orientation des pigeons voyageurs, on peut consulter les principaux travaux suivants :

Delezenne. Les pigeons voyageurs. *Mémoires de la Société des Sciences de Lille*, 1861. — De Roo. Le *pigeon messager*, 1877. — Hachet-Souplet. Le problème psychologique du pigeon voyageur. *Annales de psychologie zoologique*, t. II, p. 33-60. — Reynaud. L'orientation chez les animaux. *Revue des Deux Mondes*, 1898, t. CXLVI, p. 380-402. L'orientation des pigeons voyageurs. *Bull. de l'Inst. gén. psychol.*, t. II, 1903, 3e année, no 2, p. 119-128. — Pierre Bonnier. *L'Orientation*, 1900. Le sens du retour. *Revue philosophique*, juillet 1903. — A. Thauziès. L'orientation du pigeon voyageur. *Revue Scientifique*, 1904, t. II, p. 417 et 453. — De Cyon. L'orientation chez le pigeon voyageur. *Revue Scientifique*, 1900, t. I, p. 353-359. *Das Ohrlabryinth*, 1908, ch. IV, § 8, p. 205-221. — C. F. Hodge. The method of homing pigeons. *Popular Science Monthly*, t. XLIV. — S. Exner Negative Versuchsergebnisse über das Orientierungsvermögen der Brieftauben. *Sitzungsber. Wien. Akademie Wissensch Kl.*, 1893, t. III, Abth. III, p. 318-331. — Ziegler. Die Geschwindigkeit der Brieftauben : über die Orientierung der Brieftauben. *Zoolog. Jahrb.* 1897, t. X, p. 238-257. — G. H. Schneider. Die Orientierung der Brieftauben. *Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane*, 1905, t. XL, p. 252.

Tout récemment, A. Thauziès a présenté au Congrès international de Psychologie de Genève (août 1909), un rapport sur l'orientation où il tend à conclure, d'après son expérience de colombophile, à l'adoption de l'hypothèse d'actions magnétiques.

ceux qui reviennent sont les vieux, qui ont acquis le plus d'expérience.

Lorsqu'on déplace un pigeonnier à des distances considérables, les pigeons doivent s'exercer à reconnaître les environs, quel que soit leur âge, tout comme les jeunes.

Mais, en outre, l'éducation spontanée des oiseaux est loin de suffire, car ils ne s'éloignent jamais suffisamment d'eux-mêmes. Il faut les exercer, les forcer à compléter leur apprentissage en les lâchant dans diverses directions, à des distances croissantes du colombier, sans aller tout de suite trop loin, sans quoi l'on risque d'en perdre le plus grand nombre. Entre Fribourg-en-Brisgau et Metz, on lâche les pigeons à 5, 8, 16, 21, 39, 64, 90, 135 et 173 kilomètres successivement, avant de pouvoir les lâcher d'une ville à l'autre.

Cette acquisition progressive, qui, à la distance près, est de même nature que celle qu'on peut constater chez les Hyménoptères, paraît bien faire dépendre le sens du retour de la mémoire visuelle. Maintenant, n'y a-t-il pas d'autre facteur qui puisse intervenir. C'est là une autre question.

Dans la plupart des cas la mémoire visuelle paraît suffire, et aux alentours du pigeonnier, on constate aisément qu'elle est absolument nécessaire : en dissimulant le colombier, on rend le retour difficile, on oblige les pigeons à des recherches ; avec les colombiers mobiles de l'armée placés sur des voitures, une interversion de l'ordre des voitures suffit pour égarer des pigeons. Et si, lorsque les pigeons sont partis on déplace le pigeonnier, à moins qu'il ne soit très proche et apparent et qu'on ait tenté un dressage dans cette voie, les animaux se perdent et ne le retrouvent plus.

Mais, lorsque les lâchers se font à de très grandes distances ou lorsqu'ils s'effectuent sur mer, où il n'y a

pas de points de repère, on est souvent tenté de déclarer la mémoire visuelle impuissante. Cependant, étant donnés l'étendue du champ visuel à des hauteurs assez grandes[1] et le développement considérable de la vision des oiseaux, d'une part, et, d'autre part, la possibilité d'effectuer des vols concentriques permettant d'étendre le champ du regard dans toutes les directions, on peut supposer que le pigeon ne s'oriente que lorsqu'il a perçu un point de repère de lui connu.

D'ailleurs, dans les lâchers sur mer, une forte proportion des oiseaux se perd, et parfois même il n'en revient pas plus que le calcul des probabilités ne permettrait de le prévoir, en supposant une égale distribution, réglée par le hasard, des directions suivies. Et il en est là comme des abeilles lâchées loin de leur ruche sur des lacs ou sur la mer.

Cependant, en certains cas, même sur mer, l'animal paraît s'orienter exactement vers la terre, sans avoir cherché de repères lointains. On invoque alors l'influence de la position du soleil, ou de la direction des vents, facteurs qui peuvent souvent jouer un rôle, on invoque même un sens magnétique; et n'a-t-on pas été jusqu'à faire jouer le principal rôle à la télépathie! Mais alors on ne comprendrait pas les insuccès, si les pigeons avaient des facultés si merveilleuses.

Une hypothèse assez plausible, dans ce dernier cas, est celle dont Pierre Bonnier a fait une règle générale

1. On voit, à 100 mètres de hauteur des points situés à la cote zéro dans un rayon de 35 kilomètres, de 61 kilomètres à 300 mètres, de 112 à 1.000 mètres. Mais des repères un peu élevés sont naturellement vus dans un rayon beaucoup plus étendu. A 300 mètres de haut, on verra des repères de même hauteur dans un rayon de 120 kilomètres. Une montagne de 1.000 mètres peut donner un repère à un oiseau planant à 100 mètres, à la distance de près de 150 kilomètres; et à la distance de plus de 220 kilomètres si l'oiseau atteint 1.000 mètres.

pour l'orientation des pigeons : il s'agirait d'une mémoire labyrinthique.

Chez les Vertébrés, en effet, on constate la présence, dans l'oreille interne, d'un appareil sensoriel constitué par les canaux semi-circulaires, et influencé en particulier par les rotations momentanées de la tête ou du corps tout entier, telles qu'il s'en produit au cours de changements de direction. Il est donc possible que l'enregistrement d'un certain nombre de coudes effectués au cours du transport d'un animal, permette à ce dernier, lorsqu'il s'agit pour lui de revenir, soit de refaire en sens inverse les changements de direction de l'aller, soit plutôt de se diriger suivant la résultante; il s'agirait donc d'un phénomène de mémoire labyrinthique.

Mais les faits ne permettent pas de considérer cette mémoire comme suffisante pour fournir à un pigeon la direction de son pigeonnier dans la plupart des cas : des oiseaux narcotisés dans leur transport sont en effet parfaitement capables de revenir au gîte.

Seulement, dans les cas de lâchers sur mer, où les changements de direction sont rares, un grand nombre des retours heureux qui ont été constatés peuvent être dus à ce que le pigeon s'envole en sens inverse de la marche du navire s'éloignant de la côte.

En revanche, pour les cas plus ou moins extraordinaires, qui ont été relatés, de retour après éloignement à de grandes distances, dans des régions inconnues, chez des chats et des chiens, la mémoire des attitudes successives, la mémoire labyrinthique, doit jouer un rôle plus important, les données visuelles ne pouvant être invoquées.

Mais on doit bien se rappeler que de tels cas sont tout à fait exceptionnels, et que si l'on tenait compte des animaux qui se perdent, lorsqu'il n'existe pas de traces olfactives, à d'assez faibles distances, si l'on faisait la part des légendes sans fondement sérieux,

la proportion des succès dans de telles circonstances serait bien faible, et ne serait peut-être guère supérieure à celle que le hasard fournirait en supposant que les animaux revenant au logis s'engagent dans une direction quelconque, surtout lorsqu'ils utilisent le réseau des grande routes.

Mais l'orientation normale chez les Mammifères s'effectue, soit par la piste olfactive, soit par la mémoire visuelle topographique aidée par la mémoire motrice. Lorsqu'un animal se meut lui-même, en effet, et qu'il n'est pas transporté passivement, comme dans les expériences du genre de celles que nous avons signalées, il y a enregistrement des mouvements de marche et des déplacements dans les diverses directions (indépendamment des données labyrinthiques), et cela permet à l'animal de revenir suivant les détours de l'aller.

C'est bien là ce qui se passe, avec addition de repères tactiles, dans la marche des aveugles; c'est ce qui permet à un homme, dans une ville inconnue, de s'orienter d'une façon globale pour le retour à son point de départ. C'est enfin ce qui assure, avec emploi également de repères tactiles, le retour correct de certaines fourmis à peu près aveugles, comme le sont les *Aphænogaster* dont nous avons eu occasion de parler.

En somme, l'on voit que, du haut en bas de l'échelle animale, de la Patelle à l'Homme, apparaissent, suivant les variations du développement sensoriel, les mêmes types d'orientation, combinés de diverses façons : piste olfactive, mémoire visuelle topographique, repères tactiles, mémoire motrice, et peut-être, chez les Vertébrés, enregistrement passif de déplacements par le sens labyrinthique.

§ 11. — LA MÉMOIRE TOPOGRAPHIQUE ET L'ÉVOLUTION DE LA MÉMOIRE SENSORIELLE.

Et, au point de vue général de la mémoire sensorielle, l'étude de l'orientation fournit les indications les plus précieuses : elle nous a permis d'affirmer l'existence de souvenirs tactiles et musculaires très précis chez un animal inférieur comme un Mollusque gastéropode; et elle nous a mis en présence d'une mémoire visuelle singulièrement développée chez les Hyménoptères d'une part et les Oiseaux de l'autre.

Il ne faudrait pas cependant s'exagérer outre mesure la puissance de cette mémoire : la vision aérienne, comme l'a déjà signalé Forel, simplifie singulièrement et ne s'embarrasse pas des détails. Et la simplification croît au fur et à mesure de la hauteur : quand un pigeon vole à deux ou trois cents mètres, il embrasse d'un coup d'œil une immense étendue, et une image unique, qui s'emmagasinera dans sa mémoire, lui permettra de se reconnaître dans une région considérable.

Ainsi, si l'on tient compte de la hauteur si différente du vol et de la différence plus considérable encore de la vision chez les abeilles et les pigeons, on peut penser que les premières ne sont pas très inférieures aux derniers. Dix kilomètres pour une abeille qui a appris spontanément au cours d'une vie peu durable à connaître les environs de sa ruche, représentent, comme images, comme souvenirs à retenir, autant que des centaines de kilomètres pour un oiseau. Certes, il est impossible de préciser « de chic » des comparaisons de ce genre, mais on conçoit aisément dans quel ordre de grandeur doivent évoluer les deux phénomènes.

D'ailleurs des invertébrés d'organisation complexe comme les Hyménoptères se montrent en certains cas

supérieurs à certains mammifères; l'évolution de la mémoire ne suit pas une ligne simple des animaux les moins élevés jusqu'à l'Homme. Et, comme nous l'avons vu dans la première partie de ce chapitre, les mécanismes intellectuels peuvent bien rendre plus efficace la mémoire, et l'utiliser plus habilement, mais le parallélisme de la supériorité mentale des animaux et de leur capacité mnémonique ne se continue pas jusque chez les mammifères supérieurs.

Ce n'est pas seulement pour l'acquisition des habitudes, mais c'est aussi pour l'acquisition de souvenirs quelconques, que la hiérarchie des animaux ne suit pas nécessairement celle que l'on peut établir d'après la souplesse du comportement animal dans des circonstances nouvelles, souplesse caractéristique de ce que nous appelons l'intelligence.

Et cette différence, qui se dessine sans s'affirmer encore très nettement, va nous apparaître avec évidence dans l'étude de la mémoire humaine.

LIVRE TROISIEME

LA MÉMOIRE HUMAINE

CHAPITRE I

LES MODALITÉS DE LA MÉMOIRE

I

MÉMOIRE ANIMALE ET MÉMOIRE HUMAINE

§ 1. — LES MÉTHODES D'ÉTUDE CHEZ LES ANIMAUX ET CHEZ LES HOMMES.

Lorsqu'on étudie la rapidité de l'acquisition des souvenirs chez les animaux, on procède à la répétition régulière du stimulus susceptible de provoquer le phénomène de mémoire, et l'on juge de la réalisation de ce phénomène lorsqu'apparaît un acte révélateur d'une acquisition réelle.

Mais l'apparition de l'acte peut suivre à intervalles plus ou moins éloignés l'acquisition dont il dépend. Si on donne une friandise à un chien en lui montrant un carré, il ne viendra chercher la friandise lorsqu'il reverra le carré, bien qu'il puisse très tôt reconnaître ce dernier, que s'il comprend que le carré

est vraiment le présage annonçant l'octroi de la friandise. S'il y vient plus ou moins tôt, ce peut être qu'il aura plus ou moins tôt remarqué cette séquence, qui a tous les caractères d'une causalité, et l'on pourra prendre pour un degré de mémoire ce qui relèverait plutôt du niveau de l'intelligence.

Mais, chez les animaux, alors même qu'aucun acte intellectuel ne surviendrait pour accélérer les processus, du moment qu'il existe une persistance des phénomènes passés, il arrive toujours un moment où, automatiquement, l'acte provoqué directement par une cause associée à un stimulus, peut être suscité par ce dernier stimulus isolément. Il s'est formé une liaison *impérative* entre les deux faits, perception et acte, qui se sont maintes fois succédés.

Pour arriver à cette force, le lien exige des répétitions plus ou moins nombreuses, selon la plasticité de la mémoire de l'animal, et dès lors, si l'on évite l'intervention d'une accélération intelligente, on peut, selon le nombre des répétitions exigées, évaluer cette plasticité mnémonique.

On l'évaluera également lorsqu'on provoquera des associations plus ou moins complexes d'actes consécutifs s'entraînant les uns les autres, en suivant, au fur et à mesure des répétitions, la rapidité des progrès de cette activité, progrès constatables par la réduction du temps total nécessaire, et du nombre des erreurs commises.

§ 2. — ACQUISITION DES HABITUDES HUMAINES.

Par cette seconde méthode, qui ne permet guère à l'intelligence, d'introduire, en général, son influence perturbatrice, l'homme et l'animal peuvent être assez exactement comparés ; malheureusement, on n'a guère soumis encore d'individus humains à l'épreuve du labyrinthe, où ils ne se montreraient peut-être pas,

en moyenne, d'une très grande supériorité, pour cette mémoire motrice spéciale, sur des rats blancs.

On connaît mieux, bien que des études tout à fait précises fassent défaut, les apprentissages moteurs, comme celui qui exige tout un complexus de mouvements d'équilibration, et qui est nécessaire pour l'usage de la bicyclette. La mémoire est acquise, — cette mémoire qu'on appelle généralement une habitude, — lorsque les mouvements sont automatisés, qu'il s'est formé des liaisons impératives.

Plus complexe peut-être, mais mieux connu, est l'apprentissage de la dactylographie. Les mouvements exigés par le maniement de la machine à écrire et qui se trouvent, en général, à l'heure actuelle, n'avoir pas été appris dès l'enfance, sont susceptibles, chez les adultes, au fur et à mesure de leur répétition, de progrès évaluables avec une grande rigueur par la rapidité croissante de l'écriture et la diminution du nombre des fautes.

Un psychologue américain, E. J. Swift, a consacré justement à cet apprentissage, à ce « learning », une série d'études fort intéressantes, et qui permettent une comparaison assez exacte avec les résultats de l'acquisition des habitudes chez les animaux [1].

Dans une première expérience, un sujet apprit à se servir de la machine à écrire une heure par jour, l'après-midi, pendant 50 jours consécutifs. Puis il n'y toucha plus durant plus de deux ans (765 jours), et recommença à écrire à la machine pendant 10 jours.

Dans une autre expérience, un nouveau sujet fit, une demi-heure par jour, l'apprentissage de la ma-

1. Edgar James Swift. The Acquisition of Skill in Typewriting. A contribution to the psychology of learning. *Psychological Bulletin*, t. I, nº 9, 1904, p. 295-315. — Memory of skillfull movements. *Id.*, t. III, nº 6, 1906, p. 185-187. — E. J. Swift et William Schuyler. The Learning Process. *Id.*, t. IV, nº 10, 1907, p. 307-310

chine pendant 65 jours, et, après un intervalle de 84 jours, le reprit durant 18 jours.

Pour la première expérience, les résultats étaient notés en raison du nombre des mots écrits pendant l'heure d'exercice, nombre qui passa de 355 à 1.100, du premier au dernier jour. Pour la seconde, l'auteur inscrivit le nombre des abaissements de touches du clavier dans la demi-heure, ce qui était plus exact : ce nombre passa de 1.225 à 3.275, après avoir descendu, au début, jusqu'à un minimum de 1.150, et, vers la fin, être monté à un maximum de 3.875. En outre, les erreurs furent également notées.

Le sujet s'efforçait, bien entendu, d'écrire de plus en plus vite, mais l'effort ne pouvait être constamment égal; aussi devait-on s'attendre à rencontrer des irrégularités tout à fait caractéristiques dans la courbe des progrès de cet apprentissage. Ces irrégularités, nous les avons notées également, bien que généralement plus faibles, chez les animaux, où les facteurs de l'activité sont également susceptibles d'une variation d'intensité, moindre d'ailleurs que pour l'application volontaire humaine.

Subjectivement, la personne sur qui l'expérience était faite, éprouvait des alternatives d'ennui ou d'enthousiasme. Mais les progrès s'effectuaient souvent par une saute brusque, surprenant même le sujet, et telle qu'on en rencontre à maintes reprises dans l'étude de l'acquisition des habitudes chez les animaux.

La conservation de cette habitude complexe, dans son adaptation motrice à des excitations sensorielles, qu'est la pratique de la dactylographie, se montre particulièrement tenace : après plus de deux ans d'intervalle, le sujet écrivit de suite 700 mots à l'heure, ce qu'il n'avait atteint la première fois qu'après une douzaine de jours d'apprentissage; et, tandis que ce n'était que 36 jours après ce premier résultat qu'il

avait réussi à dépasser les 1.100 mots à l'heure, dans cette nouvelle épreuve, il égala ce record au bout de 10 jours (voir fig. 15).

Ce progrès très rapide dans le « relearning », dans

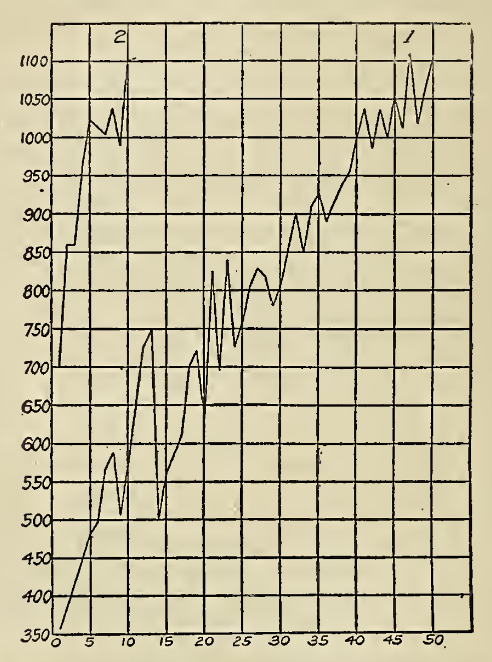


Fig. 15. — *Courbes d'acquisition de l'habitude dactylographique, établies par* Swift *d'après le nombre de mots écrits à l'heure (portés en ordonnées) chaque jour (les jours étant portés en abscisse).* — La courbe 1 représente l'acquisition primitive, la courbe 2 la réacquisition après un intervalle de deux ans et trente-cinq jours.

le réapprentissage, est extrêmement net chez les animaux, comme nous l'avons montré.

Mais, en outre, quand l'intervalle entre la première et la deuxième épreuve n'est pas très considérable,

le progrès est tel que les meilleurs résultats primitivement obtenus peuvent être considérablement dépassés, comme si l'organisation des souvenirs, après ce repos, s'exaltait sous le coup de fouet de la reprise : c'est le cas pour le réapprentissage au bout de 84 jours de la deuxième expérience de Swift.

La nécessité d'intervalles, dont on peut rechercher la durée optima, est d'ailleurs un fait extrêmement général dans la mémoire, et nous aurons occasion d'y revenir, pour montrer l'intérêt de ce phénomène de « maturation » du souvenir.

Pour mieux comparer les courbes d'acquisition d'habitude chez l'homme et chez les animaux, j'ai reconstruit la courbe du progrès dactylographique de la deuxième expérience de Swift, en indiquant la durée nécessaire pour frapper 100 fois les touches du clavier, étant donné que les courbes que nous avons présentées jusqu'ici étaient ainsi constituées (fig. 16). On sera frappé de la très grande analogie de ces diverses représentations graphiques (voir la fig. 7, p. 167 par comparaison)[1].

Et l'aspect de la courbe humaine, où il s'agit de la création d'associations sensori-motrices auxquelles l'intelligence ne peut rien substituer, confirme notre remarque que, chez les animaux, si le progrès est très rapide, presque immédiat, dans des mécanismes assez simples à faire fonctionner, c'est que l'intelligence a substitué à une acquisition aveugle et lente une compréhension plus ou moins immédiate.

Mais on sera frappé, à l'aspect de la courbe des erreurs, du faible progrès dont elle témoigne. Les irrégularités sont très caractéristiques, mais le pourcentage moyen ne diminue guère. Chez les animaux, au contraire, la diminution des erreurs est plus régulière

1. Les courbes individuelles sont irrégulières, les courbes moyennes, comme celles établies par Yerkes (voir fig. 9, p. 171) le sont naturellement beaucoup moins.

et plus expressive que l'accroissement de la vitesse.

C'est que l'homme, soucieux d'aller toujours de plus en plus vite, — aussi ses progrès paraissent-ils devoir continuer longtemps avant de s'amortir asymptoti-

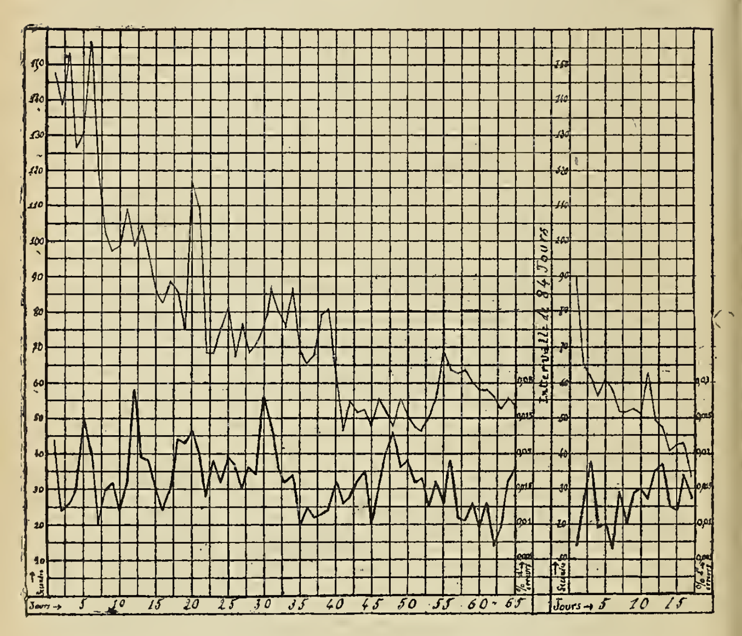


Fig. 16. — *Courbe d'acquisition de l'habitude dactylographique d'après les résultats de* Swift. — La courbe à trait fin représente la rapidité motrice, la courbe à trait fort le pourcentage des erreurs. En abscisse sont indiqués les jours des épreuves. En ordonnée est noté le pour cent d'erreurs et le nombre de secondes nécessaires pour effectuer cent chocs. A droite de la figure est la courbe de réacquisition après un intervalle de quatre-vingt-quatre jours.

quement, — se préoccupe moins d'exactitude, et chez lui le véritable progrès, le progrès typique, concerne la rapidité d'écriture. Aussi une augmentation de rapidité peut-elle même entraîner une légère diminution

d'exactitude. Et, en revanche, on peut voir, comme au trente et unième jour de l'apprentissage, dans la deuxième expérience de Swift, une diminution de rapidité, due à l'emploi, pour la première fois, des signes de ponctuation, s'accompagner d'une exactitude plus grande. Le pourcentage des erreurs diminue, parce que l'introduction d'un élément nouveau entraîne un effort d'attention plus intense. Il faut d'ailleurs noter que les erreurs sont toujours restées très rares, ne dépassant qu'exceptionnellement deux dix-millièmes.

Des courbes d'apprentissage très semblables sont fournies par l'étude d'individus apprenant la sténographie ou la télégraphie[1] : le progrès se fait par étapes, il apparaît saccadé.

Bryan et Harter, étonnés par ces étapes qui se manifestaient en des plateaux consécutifs à des ascensions sur les courbes qu'ils avaient établies, pensèrent pouvoir distinguer des phases, plus psychiques ou plus organiques, dans l'apprentissage.

Mais, en réalité, il semble que, — outre des variations dans les facteurs de l'effort maximum, qui, comme le note Swift avec raison, n'est jamais identique, malgré la meilleure volonté des sujets — tout progrès acquis nécessite une certaine maturation, avant que d'autres puissent survenir; et Bourdon a même noté qu'après des intervalles de vingt à trente jours il se trouvait surpris des progrès effectués en l'absence de tout exercice nouveau; les exercices anciens n'ayant achevé que dans cette période de

1. E. J. Swift. Studies on the Psychology and Physiology of Learning. *American Journal of Psychology*, t. XIV, n° 2, avril 1903, p. 201-251. — W. L. Bryan et Noble Harter. Studies in the Physiology and Psychology of the telegraphic Language. *Psychological Review*, t. IV, 1897, p. 27. — Studies on the telegraphic Language. The acquisition of a Hierarchy of Habits, *Id.*, t. VI, 1899, p. 345

repos l'organisation définitive de leurs acquisitions, de leurs « traces » de mémoire[1].

De même qu'il y a un temps de latence, que les excitations extérieures n'ont pas d'effet immédiat et ne s'enregistrent pas aussitôt, de même leur effet survit à leur disparition ; ainsi, dans le muscle qui se contracte, le sommet de la courbe ascensionnelle d'établissement n'est atteint qu'après la cessation de la décharge électrique qui a provoqué la contraction.

A l'inverse de l'influence utile du repos, on note une influence nuisible de la fatigue, qui empêche le progrès et ne permet pas d'acquisition mnémonique durable.

Ces deux faits ne laissent pas d'ailleurs de se manifester dans la vie journalière, et il n'est pas rare que l'on puisse les constater dans une expérience personnelle : on s'acharne vainement à apprendre à nager ; puis on renonce pendant des mois, des années même, et l'on se trouve un jour tout surpris de savoir faire ce dont on se croyait incapable. Ou c'est un morceau de piano qu'on ne croit pas arriver à apprendre et que, tout d'un coup, on exécute correctement, à sa grande stupéfaction.

Qu'il s'agisse d'habitudes purement motrices, ou inhibitrices, comme celle qui consiste à empêcher le clignement de l'œil menacé et qu'a étudiée Swift, ou qu'il s'agisse d'habitudes complexes impliquant des associations variées entre des excitations sensorielles et des mouvements, comme pour la sténographie, la dactylographie, etc., les phénomènes sont les mêmes. Une légère différence est cependant notée par Swift qui a étudié aussi l'apprentissage à lancer des balles et à les rattraper d'une seule main, c'est que le pro-

1. B. Bourdon. Recherches sur l'habitude. *Année psychologique*, t. VIII, 1901, p. 327. — Robert Houdin, dans ces intéressants *Mémoires*, cite des exemples de ce phénomène de maturation dans l'acquisition des habitudes.

grès, avant d'être rapide, pour se ralentir ensuite bien entendu, commence par être lent au début (voir fig. 17) dans une phase qui fait défaut au cours des apprentissages plus intellectuels, bien que

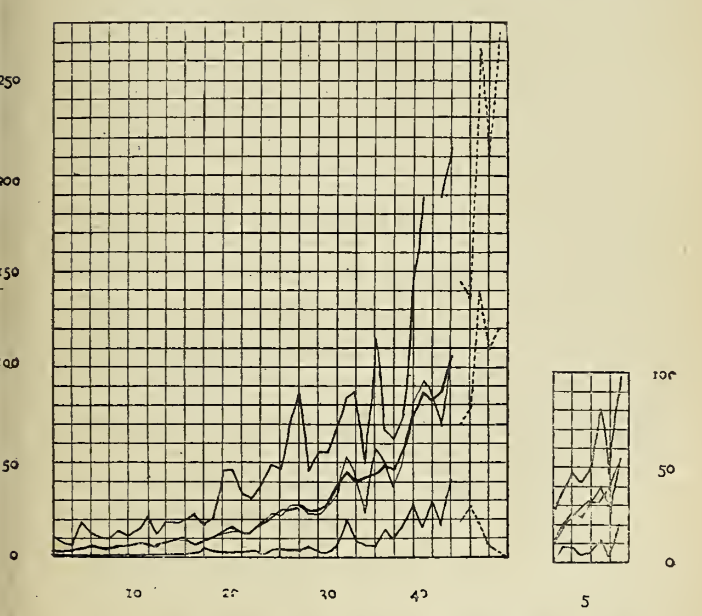


FIG. 17. — *Courbe d'acquisition de l'habitude consistant à rattraper des balles* (d'après SWIFT). — En abscisse sont inscrits les jours, en ordonnée le nombre de fois que la balle est reprise de suite, de la main droite. En haut, la courbe des maxima de chaque jour ; en bas, des minima ; au milieu, les courbes moyennes (moyenne brute et moyenne corrigée). On note que l'ascension qui marque le progrès est lente, puis s'accélère, à l'inverse des courbes d'acquisition déjà notées. A gauche, courbe de la main droite ; à droite celle de la main gauche, obtenue ensuite.

les courbes de Bryan et Harter sur l'apprentissage télégraphique soient analogues.

Il y a une mise en train plus longue, en rapport peut-être avec l'acquisition du minimum nécessaire

d'adresse pour rattraper la balle, après quoi l'accélération des mouvements s'effectue facilement jusqu'à une limite pratique qui n'est plus que lentement dépassée quand les essais sont assez durables[1]. On obtient alors la silhouette d'une courbe en escalier (voir fig. 18), comme celles qui caractérisent l'acquisition des syllabes, dont nous avons déjà parlé à propos des tentatives d'interprétation chimique des phénomènes de mémoire[2], et que Brailsford Robertson croit avoir la même signification, ce qui est plus douteux, les faits étant assez différents.

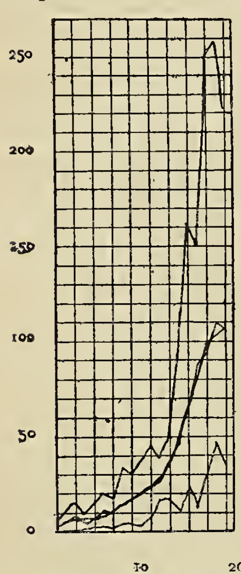


Fig. 18. — *Une autre courbe d'acquisition établie de la même façon que la précédente.* — On peut noter cette fois, dans la courbe moyenne, le début du ralentissement final, après l'accélération, qui suit elle-même le lent progrès du début ; on obtient ainsi un type de courbe en escalier.

Dans ces habitudes motrices, on est souvent tenté d'accorder une place tout à fait prépondérante à la mémoire organique, c'est-à-dire à l'assimilation fonctionnelle de l'appareil musculaire en jeu dans ces exercices, et qui, mieux adapté à sa tâche, permet un accomplissement plus

1. Le progrès immédiatement rapide, et de plus en plus lent, constaté par Swift chez les dactylographes a été également mis en évidence par un tout récent travail sur le même sujet, qui offre des courbes nombreuses, du même type absolument que celles de Swift : W. F. Book. The Psychology of Skill in the special reference to its acquisition in Typewriting. *University of Montana Publications.* Bulletin n° 53 (Psychological Series, n° 1, 188 p., 1908).

2. Voir p 37 et fig. 2.

prompt de celle-ci. Et il est certain qu'on ne peut entièrement négliger cette influence.

Mais le progrès relève surtout du système nerveux, sans qu'il soit possible de déterminer exactement la part des étages cortical et médullaire des voies motrices ; et le progrès n'est pas seulement moteur, il est mental par les phénomènes d'adaptation plus exacte qu'il implique, car, comme Swift l'a montré, après bien d'autres auteurs[1], les exercices effectués par une main facilitent beaucoup l'éducation de l'autre : si l'on sait très bien rattraper des balles de la main droite, on apprendra beaucoup plus vite de la main gauche que si l'on commençait à s'exercer avec cette main. On peut voir cette acquisition plus rapide sur des courbes de Swift (voir fig. 17).

La similitude des processus d'acquisition des habitudes chez l'homme et chez les animaux ne peut donc pas être interprétée comme relevant seulement des mêmes processus organiques, mais aussi des mêmes processus mentaux. Il y a identité fondamentale, et il existe même plus de différences quantitatives entre tel ou tel animal qu'entre un mammifère supérieur et l'homme ; la supériorité de ce dernier dans l'acquisition des habitudes se manifeste surtout par une rapidité plus grande des progrès lorsqu'ils impliquent la création d'associations complexes. Pour des habitudes simples, la supériorité, si tant est qu'elle existe, doit être relativement minime, mais nous ne pouvons en juger de façon précise, faute d'expériences numériquement comparables.

Et nous ne pouvons non plus comparer exactement la persistance des acquisitions, faute de documents probants. L'étude de l'homme envisagé comme un

1. Voir en particulier WALTER W. DAVIS. Researches in Cross-Education. *Studies from the Yale Psychological Laboratory*, t. VI, 1898, p. 6, et t. VIII, 1900, p. 64 ; et E. W. SCRIPTURE. Cross Education. *Popular Science Monthly*, t. XVI, 1899-1900, p. 589.

animal, par les méthodes employées avec les autres animaux, est en effet une tâche qui se révèle aux chercheurs ; et, chez les enfants ou les débiles, il est bien certain que c'est par de pareilles méthodes qu'on peut obtenir les résultats objectivement les plus certains et les plus féconds.

§ 3. — COMPARAISON DE LA MÉMOIRE SENSORIELLE ANIMALE ET HUMAINE.

Si la comparaison numérique de la mémoire chez l'homme et chez les animaux n'est pas possible à l'heure actuelle pour les phénomènes sensitivo-moteurs que nous avons appelés des habitudes à cause de la prédominance des mouvements, à plus forte raison en est-il ainsi pour la mémoire sensorielle.

Ici, en effet, un obstacle s'oppose à la comparaison, et, nous l'avons déjà signalé, c'est l'intervention de l'intelligence ; un sujet qui apprend révélera les souvenirs acquis dès cette acquisition même parce qu'il comprendra ce qu'on lui demande ; le souvenir acquis chez l'animal ne se révèle que lorsqu'il est devenu impératif, lorsqu'il entraîne automatiquement un acte par suite de la force du lien associatif qui l'unit à cet acte.

Ce n'est pas pourtant que de telles chaînes impératives ne puissent être constatées chez l'homme. Lorsqu'on est distrait, on effectue souvent des séries d'actes suscités par des excitations sensorielles, mais qui sont mésadaptés aux circonstances présentes ; et ces actes, aveugles comme des instincts, nous les attribuons à la force de l'habitude, devenue impérative en l'absence d'un contrôle intelligent.

Et les associations entre images sont susceptibles également d'emprunter à leur répétition, imposée par les phénomènes extérieurs, une puissance supérieure à celle que peut opposer une volonté résis-

tante : il y a des chants qui sont des obsessions, à la tyrannie desquels on ne peut échapper ; et les visées ambitieuses de la publicité, dont l'art, en Amérique surtout, sait aujourd'hui s'appuyer sur les résultats de la psychologie, ne sont autres que d'imposer, aux esprits des individualités constituant le public, des couples inséparables : on pourrait citer, n'était le risque de contribuer bénévolement à fortifier encore la puissance de l'association suggérée, tel « extrait de bœuf », tel « chocolat », tel « cacao ».

Il existe un moyen objectif chez l'homme de déceler ces couples associatifs; il suffit, en prononçant un mot devant un sujet, de demander à celui-ci de dire aussitôt la première chose qui lui vient à l'esprit. On constate que certains mots, suivant les moments et les circonstances, éveillent des mots, des idées, des images variables, et que l'évocation est plus ou moins longue. D'autres mots, au contraire, attirent toujours le même terme, après un intervalle constant et extrêmement court, et la brièveté de l'évocation à elle seule permet de mesurer la force du lien associatif[1].

Il est donc possible, en soumettant un individu — sans lui demander aucunement sa collaboration à une expérience qu'il devrait même ignorer — à la suggestion, répétée fréquemment, d'une association semblable à celle qu'utilise la publicité, de déterminer le nombre de répétitions nécessaires pour engendrer une liaison impérative, et la durée de cette liaison en l'absence de répétitions nouvelles.

Malheureusement il sera toujours difficile d'effectuer des comparaisons strictement valables, parce que l'attention apportée aux suggestions du dehors varie considérablement avec les divers individus, et il y a

1. Voir en particulier T. J. de Boer. Zur gegenseitigen Wortassoziation. *Zeitschrift für Psychologie*, 1907, t. XLVIII, p. 397-405.

là une cause d'erreur que nous avons déjà signalée chez les animaux : il n'est pires sourds que ceux qui ne se préoccupent pas d'entendre, pires aveugles que ceux qui ne se soucient pas de regarder.

Cependant des résultats moyens permettraient de tenter une comparaison avec tels ou tels animaux chez lesquels on engendre aussi des associations impératives, et l'on aurait peut-être la surprise de constater que l'homme paraîtrait inférieur aux autres mammifères.

En effet, le caractère impératif d'une association ne dépend pas seulement de sa force propre, mais du nombre et de la force des autres associations où entrent les éléments de la première ; et, plus une vie mentale est complexe, moins elle est soumise à la tyrannie de tels enchaînements autoritaires [1].

Pour les habitudes motrices également, on se libère de celles qui vous oppriment en en acquérant d'autres, et la force d'une habitude est fonction de la faiblesse des résistances opposées, moins encore par les systématisations volontaires, que par les autres habitudes, en conflit de prééminence.

On voit que les comparaisons numériques de la mémoire de l'homme et des animaux sont bien difficiles, que les résultats qu'on pourra obtenir ne seront jamais strictement exacts, et que, même entre espèces animales, de telles comparaisons laissent toujours place à quelques incertitudes.

Mais, là encore, le mécanisme des phénomènes nous apparaît bien identique, et nous pourrions chez l'homme utiliser la création des associations impératives pour l'étude de la mémoire si nous n'avions un moyen plus commode, qui consiste à profiter d'une collaboration désintéressée ou intéressée des sujets,

1. C'est pourquoi la tyrannie de la persistance rythmique se rencontre surtout dans les organismes les plus simples, en l'absence d'inhibition. (Voir page 97.)

qui se montrent capables de *comprendre* ce que l'on exige d'eux.

On sera peut-être tenté de dire qu'il y a cependant une différence plus importante entre la mémoire animale et la mémoire humaine : nous constatons chez les animaux la persistance de liaisons, et chez l'homme la persistance d'états isolés, indépendamment de tout lien associatif.

Mais nous avons déjà signalé cette objection et nous avons montré que, chez les animaux supérieurs, on pouvait mettre en évidence des phénomènes relevant d'une persistance d'états déterminés, en dehors de leurs associations mnémoniques.

Et, d'autre part, on s'illusionne quand on croit qu'il peut y avoir acquisition de souvenirs isolés, d'images indépendantes.

Notre vie mentale est faite d'enchaînements, et un état isolé, même enregistré, ne deviendrait pas un souvenir, parce qu'il resterait inerte et mort dans l'esprit, il ne reparaîtrait plus. Seulement, si nous acquérons des associations de termes, comme les mêmes éléments participent à des associations innombrables qui, dès lors, ne peuvent pas en général acquérir le caractère impératif, nous en arrivons à nous représenter ces éléments indépendamment des associations, qui nous paraissent négligeables. Dès lors, on tend à recomposer l'esprit avec des états isolés, comme on se figurait les corps dans l'ancienne atomistique.

Et, à cet égard, la psychologie de William James a eu une heureuse influence, en montrant que la vie mentale était faite de consécutions, en mettant en lumière le « stream consciouness », qu'on interprète parfois à tort comme incompatible avec l'analyse scientifique. Car, à ce point de vue, le temps, dans tous les phénomènes, quels qu'ils soient, est un facteur essentiel : παντὰ ῥύει. Or cela n'a pas empêché le succès de la recherche scientifique.

Quoi qu'il en soit, l'état mental élémentaire n'est pas une acquisition primitive ; car, ce qui est acquis c'est la série complexe ; c'est grâce à des dissociations, à des affaiblissements des liens mnémoniques, à des phénomènes d'oubli en somme, que les éléments réussissent à s'isoler en apparence.

Et cette indépendance croissante des états mentaux, caractéristique de la vie psychique supérieure, exige, pour être examinée, que nous suivions les différents stades, les étapes successives de la mémoire. Ces étapes sont une acquisition, une conservation et une évocation spontanée ou une reconnaissance, à laquelle peut s'ajouter une localisation, qui est souvent considérée comme un fait capital, caractéristique de la mémoire, et constatable seulement chez l'homme, ce qui provient, nous le verrons, d'une véritable illusion.

§ 4. — LES LOIS COMMUNES DE LA MÉMOIRE.

Les phénomènes d'apprentissage se révèlent très semblables, nous l'avons vu, chez l'homme et chez les animaux. Cette similitude correspond à une identité profonde, car une loi commune les peut exprimer.

Charles Henry, qui a étudié par la méthode des tests la mémoire motrice humaine, dans la période d'acquisition, d'établissement, a pu soumettre tous ses résultats à une formule générale [1] qu'il a ensuite appliquée avec succès aux résultats de Yerkes. Les constantes varient naturellement suivant les individus et à plus forte raison suivant les espèces, mais la loi

1. Dans cette formule $y = \frac{A}{K - B^x}$, y est le temps nécessité par l'acte, x la série des essais successifs, A une constante, un paramètre, qui peut être interprété comme une mesure d'inertie, K un paramètre indicateur d'adaptation, et B la constante qui fixe le taux du progrès en fonction du temps, des répétitions.

est la même. Cette loi serait également valable pour les mémoires sensorielle, auditive et visuelle[1].

Et elle paraît être dans une certaine mesure applicable, non seulement à la période d'établissement, mais à la période d'amortissement, d'oubli. En l'appliquant aux résultats de mes recherches sur les Limnées, elle permet de fournir, entre certaines limites, des chiffres extrêmement voisins de ceux qui ont été établis par l'expérience[2].

J'ai, d'autre part, proposé pour exprimer mes résultats, une autre formule qui suit également de très près les valeurs expérimentales[3].

1. Cf. CHARLES HENRY. Le problème de l'interpolation et l'énergétique psychophysiologique. *Congrès international de Psychologie*, Genève, 1909.

2. Dans la formule, y représente alors l'économie en pourcentage, x l'intervalle entre les deux acquisitions, et les autres termes les constantes. On obtient alors les chiffres suivants :

Intervalles	Valeurs calculées de y	Valeurs observées
1′	73	71,4
5′	52	50
10′	44	42,7
20′	33	36,4
40′	27,3	27,3
60′	17,5	18,2
120′	11	10

Mais aux limites, les chiffres s'éloigneraient des valeurs réelles ; il n'y aurait pas annulation de y pour un temps infini, mais la courbe serait asymptote à $y = 5$ environ, et, pour un temps nul, la courbe partirait de $y = 74$ au lieu de la limite 100.

Charles Henry aurait même établi une formule plus générale permettant de suivre le phénomène mnémonique aussi bien dans la période d'établissement que dane celle d'amortissement. Et, coïncidence curieuse, cette loi serait celle de l'évolution de la contraction musculaire, avec laquelle l'évolution mnémonique a tant de parenté !

3. Cette formule revêt la forme suivante :

$$m = \frac{k}{t^{\alpha}(\log t)^{e}}, \quad \text{ou, } e \text{ étant négatif, } m = \frac{k(\log t)^{e}}{t^{\alpha}}$$

dans laquelle m représente l'économie en pourcentage, t l'inter-

Or cette formule permet d'embrasser comme un cas particulier, par annulation d'une constante, la loi générale établie par Ebbinghaus pour la mémoire humaine des syllabes.

Et, plus précisément, on peut appliquer intégralement notre formule, avec une valeur positive de la constante en question, aux chiffres expérimentaux obtenus par Ebbinghaus dans l'étude de l'évanouissement mnémonique après l'acquisition de séries de syllabes.

On voit que, dans tous les cas, on retombe sur l'identité profonde des phénomènes mnémoniques des hommes et des diverses espèces animales, en y comprenant les phénomènes d'adaptation que nous avons montrés être précieux pour l'étude expérimentale de la mémoire chez les animaux inférieurs.

En outre, les paramètres de notre formule, en réglant la plus ou moins grande rapidité de l'amortissement, permettraient de classer, au point de vue de la persistance mnémonique, de la lenteur de l'oubli, les diverses espèces animales.

Si, en partant de nos premiers résultats expérimentaux, nous donnions à l'un des paramètres, soit sa valeur réelle (0,36) soit les valeurs extrêmes (1 et 0) dont la première assure une chute très rapide du souvenir, la seconde un amortissement très lent[1], nous

valle entre les acquisitions, k, α et e des constantes. — Voici la comparaison des valeurs calculées par la formule et des valeurs établies par l'expérience (en laissant de côté la dernière valeur observée, très douteuse) :

t	m calculé	m observé	t	m calculé	m observé
20″	89,2	90,9	300″	46,4	49,9
30″	82,0	81,8	600″	38,3	42,7
40″	77,1	72,7	1200″	30,6	36,3
60″	70,2	71,3	2400″	25,7	27,2
120″	59,2	59,8	3600″	22,7	18,1

1. C'est avec cette valeur 0 qu'on retombe sur la formule

obtiendrions trois courbes superposées, comme on peut le voir dans la figure 19.

Des recherches comparatives dans cette voie promettent donc d'être fécondes, en assurant une préci-

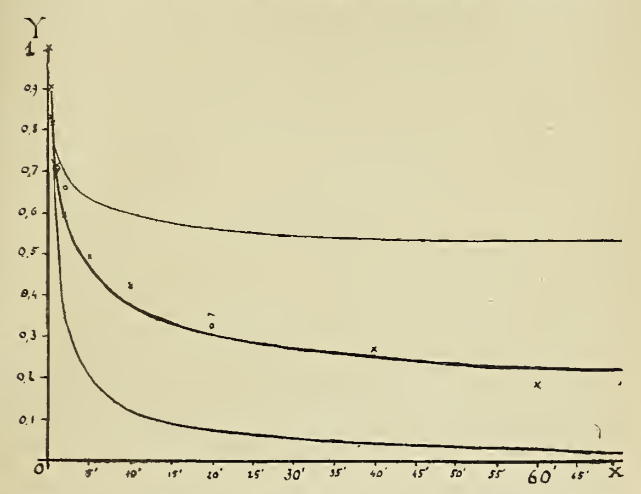


Fig. 19. — *Trois courbes d'évanouissement des persistances mnémoniques à partir des premiers résultats expérimentaux obtenus chez la Limnée.* — Au milieu, la courbe réelle (pour $\alpha = 0{,}36$). En haut, la courbe obtenue en faisant $\alpha = 0$, et en employant la formule d'Ebbinghaus pour la mémoire humaine. En bas, la courbe obtenue en faisant $\alpha = 1$. En OX sont inscrits les intervalles en minutes ; en O Y, les économies. Les croix et ronds indiquent des valeurs expérimentales obtenues chez deux Limnées.

sion, généralement difficile à obtenir dans la comparaison d'expériences faites sur l'homme et sur les animaux, et rendue possible par ce merveilleux outil qu'est la méthode d'économie.

d'Ebbinghaus pour la mémoire humaine où *e* est positif: $m = \frac{K}{(\log t)^e}$; mais, telle qu'elle est, on peut utiliser notre formule générale, pour l'expression des résultats obtenus chez l'homme, avec une approximation satisfaisante.

II

LES ÉTAPES DU SOUVENIR

§ 5. — L'ACQUISITION.

La première étape, et non la moins importante, de la vie d'un souvenir, — arbitrairement envisagé comme une individualité distincte,— est évidemment sa naissance, au moment où il est engendré, comme un écho mental, par la persistance d'un événement qui vient d'affecter l'esprit.

Et, comme tous les phénomènes mentaux paraissent comporter une certaine persistance, on peut dire que les naissances de souvenirs chez un être humain sont incessantes. Mais il s'en faut que le sort ultérieur de tous les souvenirs ainsi acquis soient semblables, et les circonstances qui accompagnent la naissance de chacun d'eux ont à cet égard une importance considérable.

Lorsqu'en circulant dans des rues fréquentées, on laisse porter son regard sur un grand nombre de visages inconnus, il arrive que l'un d'eux se fixe dans la mémoire, alors que les autres paraissent aussitôt oubliés, sans que, pour deux individus différents faisant ensemble le même trajet, ce soit nécessairement les mêmes traits qui laissent une trace durable.

C'est que la persistance de la perception dépend de l'intensité de ce phénomène mental, et que l'intensité est fonction de circonstances éminemment variables, concernant soit les événements extérieurs, soit les dispositions d'esprit : un fait qui attire vivement l'attention, c'est-à-dire qui acquiert, dans sa représentation mentale, une intensité assez grande pour s'imposer avec force. pour inhiber tout autre phéno-

mène mental simultané, donne naissance à un souvenir plus solide que d'autres faits, semblables en apparence, mais qui exercent sur l'esprit une impression superficielle et passagère.

Les émotions violentes peuvent rendre ineffaçable l'empreinte d'un événement, ou parfois, au contraire, troubler assez l'esprit pour empêcher complètement toute fixation. Enfin, des raisons extrinsèques à un fait déterminé sont susceptibles de renforcer pourtant le phénomène mental qui lui correspond, par l'intervention de ce que nous appelons l'attention volontaire.

En ce qui concerne l'attention spontanée et les influences émotives, leur rôle dans l'acquisition des souvenirs paraît être tout à fait semblable chez l'homme et chez les animaux supérieurs : un chien peut reconnaître à un très long intervalle un individu qu'il n'a pourtant rencontré qu'une fois, mais dont l'aspect et surtout l'odeur se sont gravés dans sa mémoire, parce qu'il a été maltraité par lui. A cet égard, la puissance d'acquisition pour une donnée déterminée peut fort bien ne pas être inférieure chez certains animaux à ce qu'elle est en certains cas chez l'homme.

Mais la puissance générale d'acquisition humaine apparaît incontestablement supérieure à celle de tous les animaux, même en envisageant les types inférieurs de l'humanité, — à condition de négliger ceux qui sont abrutis par les maladies, les privations ou l'alcoolisme, — et les types supérieurs de l'animalité, les singes anthropomorphes.

En outre, chez l'homme civilisé, les nécessités de l'éducation imposent à l'acquisition volontaire des souvenirs une place prédominante, et qui est à peu près sans équivalent chez les animaux.

Mais les différences d'intensité, qu'on rencontre d'ailleurs très considérables entre les hommes des

différentes races et même entre les individus différents, n'empêchent pas, ici encore, une identité absolue dans les lois des phénomènes.

La force de fixation d'un souvenir dépend de l'intensité du fait mental primitif, mais elle dépend aussi de la répétition de ce fait mental, dont les intensités successives s'ajoutent en quelque sorte pour accroître la persistance mnémonique. Seulement, cet accroissement du souvenir n'est pas simplement proportionnel au nombre des répétitions. Et, s'il fallait un certain nombre d'épreuves aux poules étudiées par Katz et Révész pour reconnaître des grains de blé collés ou non collés sur un carton, une augmentation de complication de l'épreuve rendait impossible l'acquisition d'une habitude adaptée, après un nombre pourtant beaucoup plus grand de répétitions.

Il y a donc une limite au pouvoir d'acquisition, limite plus ou moins étroite, mais qui se constate toujours.

Ebbinghaus[1] a montré que, si une lecture suffit pour déterminer une mémoire immédiate d'un certain nombre de syllabes, un nombre double exigera, non pas deux lectures, mais beaucoup plus, et on atteindra rapidement un nombre de syllabes tel que l'acquisition en deviendra pratiquement impossible.

Binet a confirmé ce fait extrêmement net. D'après certaines de ses expériences, 2 secondes suffiraient pour retenir 3 chiffres, 4 pour 11, 38 pour 13, et 75 pour 14. En doublant le nombre des chiffres, il faut bientôt près de 40 fois plus de temps pour obtenir une acquisition comparable. Même chez des individus exceptionnels, la limite d'acquisition, si reculée qu'elle soit, par rapport aux individus moyens, oppose une aussi forte barrière : le calculateur Diamandi, qui apprenait 10 chiffres en 17 secondes,

1. Ebbinghaus. *Ueber das Gedächtniss*, Leipzig, 1858.

20 en 2 minutes 15, 50 en 7 minutes, ne réussissait à en apprendre 100 qu'au bout de 25 minutes, et 200 qu'après un effort de 2 heures un quart[1].

Cette difficulté croissante dans l'acquisition des souvenirs, au fur et à mesure du nombre des faits à retenir, paraît bien en rapport avec le caractère chimique du processus de fixation de la « trace » cérébrale, dont nous avons déjà montré qu'il consistait probablement en un phénomène d'oxydation, la résistance apportée à la réaction croissant avec le carré des produits déjà formés de cette réaction.

Un autre fait qui pourra sans doute recevoir une interprétation physico-chimique précise est celui que nous avons déjà signalé sous le terme de maturation : c'est la supériorité de la fixation fractionnée, pourrait-on dire, sur la fixation continue, de l'espacement des répétitions sur leur succession ininterrompue.

C'est ainsi que, chez l'homme, Jost a constaté que, pour apprendre définitivement une série de syllabes déjà lues un certain nombre de fois —, nombre encore insuffisant pour engendrer le souvenir — il y avait économie à diviser les répétitions préalables en trois séries, faites à raison d'une par jour, plutôt que de les masser toutes en une seule journée. Des moyennes montrent qu'après 30 répétitions, en un jour, il fallait 6,5 répétitions pour apprendre complètement la série de syllabes, et 5,5 seulement après 10 répétitions par jour, pendant trois jours ; d'après d'autres résultats, il fallait 11,5 répétitions dans le premier cas et 9.7 dans le second[2].

Les mêmes faits ont été constatés chez les animaux : Yerkes a trouvé, chez la souris japonaise, qu'il

1. A. Binet. *Psychologie des grands calculateurs et des joueurs d'échecs*, Paris, 1893.

2. A. Jost. Die Associationsfestigkeit in ihrer Abhängigkeit von der Verteilung der Wiederholungen. *Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane*, t. XIV, 1901, p. 46-72.

fallait 200 épreuves pour que fussent différenciées sans erreur des cartes blanches et noires lorsque l'on faisait 100 épreuves par jour ; à raison de 20 épreuves par jour, le souvenir était déjà acquis au bout de 130, et, à raison de 5 épreuves par jour, au bout de 100. Avec vingt fois moins d'épreuves par jour, le souvenir était acquis après deux fois moins d'épreuves en tout.

Katz et Révész ont également mis en évidence ce rôle de l'espacement des répétitions chez la poule, en montrant, en outre, comme il fallait le prévoir, que l'espacement ne doit pas être indéfini et qu'il existe un optimum : à des intervalles de 15 secondes, 6 épreuves suffisaient pour engendrer le souvenir; à des intervalles de 2 ou 3 minutes, 5 épreuves, et 3 seulement à des intervalles d'une heure; mais il fallait 4 épreuves lorsque les intervalles atteignaient 24 heures.

Ces faits peuvent se comprendre d'après la donnée générale qu'une action déclanchée dans le système nerveux, semblable en cela, comme à bien d'autres points de vue d'ailleurs, au système musculaire, persiste après la cessation de l'action excitatrice et n'atteint même son maximum qu'un certain temps après ; le phénomène peut se représenter par une courbe semblable aux courbes bien connues de la contraction musculaire, avec période d'établissement, période d'état et période d'amortissement.

Dès lors, si une excitation nouvelle vient déclancher une nouvelle réaction, supposée d'intensité égale à la première, trois cas peuvent se présenter : ou bien le point de départ de la réaction se trouvera placé sur un point de la période d'établissement de la courbe, ou sur le sommet correspondant à la période d'état, ou enfin sur un point de la période d'amortissement.

Dès lors, le renforcement de la réaction se trouvera d'autant plus grand que le point de départ sera plus proche du sommet de la courbe, d'autant moindre

que le point de départ anticipera davantage sur ce sommet, ou retardera davantage (voir fig. 20).

La réaction provoquée représente ici la trace mnémonique ; et la trace, engendrée par une série d'acquisitions, de répétitions, de lectures, sera d'autant plus profonde que l'intervalle entre ces acquisitions se rapprochera davantage de la durée de la période d'établissement ; lorsque l'intervalle entre le début des deux

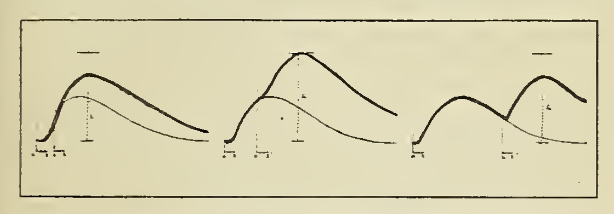


Fig. 20. — *Schéma de l'évolution d'une trace mnémonique engendrée par un acte d'acquisition (indiqué en* a b). — Dans la courbe I, le point de départ de la deuxième acquisition précède le sommet de la courbe de la première ; dans la courbe II, il tombe sur ce sommet ; dans la courbe III, il est en retard sur ce sommet.

actes successifs d'acquisition est égal à la durée de cette période, on obtient le maximum d'effet; c'est là l'intervalle optimum au-dessous et au-dessus duquel les effets utiles des répétitions successives sont moindres.

L'intervalle optimum permet donc de mesurer la durée de la période d'établissement, qui, chez la poule, serait d'une heure environ, d'après Katz et Révész. Il y aurait grand intérêt à ce que des expériences précises permettent d'établir exactement cette durée chez un grand nombre d'animaux et chez l'homme.

On peut ainsi comprendre que, alors même qu'au point de vue du résultat immédiat, une acquisition hâtive a produit le même effet apparent qu'une acquisition plus lente, l'influence de la « maturation » est

encore susceptible de se manifester par la durée différente du souvenir acquis.

Ce qui est vite appris est vite oublié, dit-on souvent; et le fait peut être aussi constaté chez les animaux, comme nous l'avons noté pour les oiseaux, dans les expériences de Porter et de Rouse, les ratons, dans celles de Cole, etc.

La maturation peut même entraîner ce résultat paradoxal qu'un souvenir paraisse mieux acquis, sans répétition ultérieure, après un certain temps de repos, qu'aussitôt fait le dernier effort d'acquisition. Nous avons déjà cité l'observation précise de Bourdon; et c'est aussi une opinion courante qu'il faut, pour les écoliers, apprendre leurs leçons avant le repos de la nuit, car ils savent souvent bien au réveil ce qu'ils se rappelaient encore imparfaitement la veille, grâce à l'organisation du souvenir pendant la durée du sommeil.

Les processus de fixation exigent un certain temps, en effet; il y a intérêt, par conséquent, à attendre le plein achèvement du premier processus pour en provoquer un second, mais avant qu'il se produise une décroissance spontanée de la trace mnémonique non entretenue.

Ces processus paraissent d'ailleurs des plus délicats et sont troublés facilement, en particulier par des intoxications, en même temps que la capacité d'intensification des phénomènes mentaux que nous appelons l'attention[1].

La fixation des souvenirs s'effectue mal chez les

1. Weygandt a constaté que l'effort de mémorisation, consistant à « apprendre par cœur », était l'exercice intellectuel le plus épuisant; l'influence réparatrice du sommeil ne se manifeste que lorsque ce repos complet a duré cinq ou six heures après les exercices de mémorisation, tandis qu'il suffit d'une demi-heure pour des opérations simples d'arithmétique, des additions (Experimentelle Beiträge zur Psychologie des Schlafes. *Zeitschrift für Psychologie*, 1905, t. XXXIX).

individus fatigués, elle cesse de s'effectuer lorsque l'air respiré ne contient plus qu'un faible taux d'oxygène, encore compatible avec la vie, mais non avec ce phénomène mental d'enrichissement de la mémoire.

L'acquisition, et en particulier le pouvoir d'acquisition volontaire des souvenirs, est extrêmement variable suivant les individus, et nous verrons qu'il l'est aussi éminemment suivant l'âge; dès maintenant nous pouvons dire que les variations normales de la mémoire, envisagée dans son ensemble, dépendent, en grande partie, des variations du pouvoir de fixation des souvenirs[1].

Avant de passer à l'étude de la conservation des souvenirs acquis, il faut encore signaler qu'outre la fixation d'empreintes dues à des événements extérieurs particuliers, et qu'on ne peut considérer isolément que par une abstraction didactique, car ils ne réapparaissent que grâce à l'entrelacement étroit de tous les phénomènes mentaux, il se produit aussi une apparente acquisition d'événements intérieurs :

Nos pensées, nos associations d'images, nos évocations de souvenirs, peuvent, en tant que telles, apparaître comme des faits nouveaux enregistrables. Il y a là un cas particulier de la persistance des liaisons associatives; de même que deux perceptions consécutives tendent à s'évoquer l'une l'autre et avec d'autant plus de force que leur consécution est plus fréquente, de même deux images qui se suivent dans l'esprit pour des causes quelconques tendent ensuite à se suivre par le seul fait de la séquence antérieure,

1. On tend parfois à limiter le terme de mémoire aux phénomènes de persistance, de conservation, et à en soustraire la fixation et l'évocation. Cela répond à des distinctions très réelles en effet entre ces divers processus. Voir, par exemple, à cet égard, K. Goldstein. Merkfähigkeit, Gedächtniss und Assoziation. *Zeitschrift für Psychol. and Physiol. der Sinnesorgane*, t. XII, h. 2-3.

et d'autant plus que la séquence sera répétée davantage, jusqu'à devenir parfois impérative et obsédante.

Ce mode d'acquisition ne concerne donc pas des faits réellement nouveaux, mais des combinaisons différentes de souvenirs acquis, et nous l'examinerons plus à fond à propos des phénomènes d'évocation. Il nous suffit ici de remarquer qu'il ne diffère en rien de la fixation, dans leur enchaînement, des événements extérieurs.

§ 6. — LA CONSERVATION.

S'il ne cesse pas d'y avoir acquisition plus ou moins complète de souvenirs, ces derniers se conservent-ils tous indéfiniment, ou bien, s'il y a beaucoup d'appelés, n'y a-t-il qu'un petit nombre d'élus?

C'est là une question qu'il n'est pas possible, scientifiquement, de résoudre. En effet, bien des souvenirs paraissent entièrement disparus, et pourtant, leur persistance latente peut être révélée : c'est, par exemple, la réacquisition plus facile, le « relearning » de faits paraissant inconnus; c'est parfois aussi le retour spontané, dans des circonstances exceptionnelles telles que l'agonie, d'images dont l'existence était entièrement ignorée du sujet. De quel droit pourrait-on affirmer, dès lors, la disparition définitive de certaines traces de mémoire?

Il est impossible de nier la conservation indéfinie de toutes les acquisitions de l'esprit. Mais il n'est guère légitime non plus d'affirmer cette conservation et de baser sur elle des considérations théoriques. On sait pourtant que l'on base quelquefois sur l'incapacité du cerveau à contenir les traces de tous les événements mentaux une conception immatérielle du souvenir.

Mais, en admettant même cette conservation indéfinie, et la suppression fonctionnelle de toute cellule

nerveuse affectée par une trace acquise, il n'y a nulle invraisemblance dans l'emmagasinement cérébral de tous les souvenirs que peut comporter une vie humaine, comme nous l'avons déjà dit, étant donné qu'il y a plus de 9 milliards de cellules dans l'écorce cérébrale de l'homme, et non 600 millions, suivant le chiffre de Meynert, qu'a cité Ribot.

Or, en admettant qu'il se produise trois processus mentaux par seconde, on arriverait au total de 259,200 par jour et de 9,467 millions par siècle. Or, comme l'acquisition ne peut être envisagée que pour des phénomènes nouveaux et non pour des combinaisons nouvelles de phénomènes anciens, on voit que ces chiffres, qui ne dépasseraient qu'à peine la capacité réceptrice des cellules cérébrales, si toutes pouvaient servir à l'emmagasinement des souvenirs, sont tout à fait invraisemblables, et que les perceptions réellement nouvelles sont en réalité assez rares, sauf dans des circonstances exceptionnelles.

Dans notre vie journalière, nous nous mouvons, la plupart du temps, au milieu d'objets familiers, dont la perception fortifie des souvenirs anciens sans en créer véritablement de nouveaux; et la plupart de nos acquisitions de souvenirs sont, en réalité, des combinaisons nouvelles ne provoquant qu'une persistance associative.

Or, les persistances concernent les voies de communication centrale, les fibres, bien plus nombreuses encore que les cellules, et leur conservation indéfinie est, en outre, particulièrement improbable, comme nous allons le montrer.

Une conservation indéfinie de toutes les perceptions nouvelles n'a donc rien de physiologiquement invraisemblable. Mais elle ne peut être prouvée, et comme pour tout problème insoluble en l'état actuel de nos connaissances, cette question doit être laissée de côté. La seule chose qui nous intéresse, c'est la

conservation, non pas des souvenirs en eux-mêmes, mais de leur efficacité; pratiquement, un souvenir n'existe que s'il joue un rôle dans l'esprit, s'il exerce une influence; dans la décroissance progressive de son intensité, il vient un moment où il ne peut plus être révélé par aucune méthode; nous le considérons alors comme disparu, bien que des conditions anormales, des excitations toxiques, puissent peut-être un jour lui redonner une efficacité passagère.

C'est la manière de voir que nous avons adoptée quand nous envisagions la mémoire animale, et le problème étant identique pour la mémoire humaine, c'est aussi la même solution qui convient.

Or, de ce point de vue, l'on constate que le pouvoir de conservation de la mémoire est extrêmement limité pour ce qui concerne des séquences d'images même familières.

Lorsque nous avons dit qu'on ne pouvait acquérir indéfiniment des souvenirs, nous l'entendions au sens d'une acquisition d'un bloc de souvenirs, en quelque sorte, susceptible d'être complètement inventorié d'un seul coup : il est très difficile d'apprendre un grand nombre de chiffres, en tant que l'on implique par là la répétition de tous les chiffres appris à la file. Mais, en revanche, on constaterait une acquisition indéfinie de nouvelles séries de chiffres si l'on n'exigeait que la répétition immédiate de chaque série, successivement apprise.

On retient sans difficulté une série de cinq chiffres ou de cinq syllabes, assez longtemps pour pouvoir la répéter après lecture. On peut, plusieurs heures par jour, apprendre et répéter aussitôt un grand nombre de telles séries, à la file. Mais le fait d'apprendre une nouvelle série hâte l'évanouissement de la série précédemment apprise, et bientôt il ne reste plus absolument rien de toutes les séries que l'on n'a réussi à fixer que pour une durée extrêmement brève. Pra-

tiquement, la disparition est totale, et, théoriquement, aucun fait n'a jamais révélé la persistance réelle de ces enchaînements passagers.

Même chez les grands calculateurs, étudiés par Binet, l'évanouissement est de règle, et il constitue une nécessité absolue; Inaudi et Diamandi réussissaient bien à retenir un grand nombre de chiffres posés au cours de problèmes pendant plusieurs jours, mais en les repassant, de temps à autre, en vue des expériences effectuées sur eux; un jour où fut inventorié systématiquement le contenu de la mémoire d'Inaudi en matière de chiffres, il en fut trouvé 230, provenant de calculs effectués quelque dix-huit heures auparavant, et ce fut tout.

La capacité de la mémoire est donc très nettement limitée et, sauf dans une période précoce de la vie, il faut oublier pour apprendre; l'oubli est nécessaire à la mémoire et permet seul le renouvellement de stocks démodés, encombrant les rayons du magasin des souvenirs.

Cela est tout à fait évident pour l'acquisition des séquences, des combinaisons particulières de phénomènes anciens; c'est-à-dire pour la fonction principale de notre mémoire qui n'a guère à retenir de choses entièrement nouvelles.

Mais, en outre, cela se peut constater encore, bien que moins nettement, pour l'acquisition des choses nouvelles : si l'on fait regarder un certain temps des séries d'objets plus ou moins bizarres, ces objets seront reconnus au milieu d'un grand nombre d'autres; mais si l'on recommence avec des séries nouvelles, au fur et à mesure des acquisitions ultérieures, il se produit un évanouissement des acquisitions premières.

Et la mémoire de séries de plus en plus considérables exige une durée d'acquisition qui s'accroît en progression géométrique, en sorte qu'une limite pratique ne tarde pas à être atteinte. Mais on ne constate

pas d'évanouissements aussi rapides ni aussi complets que pour les souvenirs concernant seulement l'ordre de consécution d'éléments bien connus, comme pour des séries de chiffres ou de syllabes.

Il y a des différences de degré, mais les faits sont le même ordre, et, là encore, la conservation des souvenirs, du point de vue de leur efficacité, et non du point de vue absolu de leur présence latente impossible à révéler, est assez limitée. L'enrichissement de la mémoire n'est pas indéfini : on peut fixer pour un temps certains souvenirs, mais les acquisitions nouvelles chassent les anciennes, et tout se passe comme si l'on s'efforçait vainement de verser indéfiniment du liquide dans un récipient déjà plein et qui ne cesse de déborder.

Aussi est-on en droit de se demander si, au point de vue physiologique, les empreintes, les traces, — pour employer ces mots vagues dont nous masquons notre ignorance, — ne sont pas susceptibles de se superposer dans une certaine mesure, du moins lorsque les acquisitions ne sont pas extrêmement stables, au lieu de se juxtaposer dans tous les cas.

Mais nos connaissances physiologiques à cet égard sont presque nulles encore, et il est dangereux de raconter les choses dans un langage hypothétique à l'apparente précision duquel certains auteurs se laissent prendre, séduits par le mirage d'expressions concrètes qu'on a peine à ne pas croire réelles, alors qu'elles sont purement imaginaires.

Nous savons seulement qu'il n'existe pas dans le cerveau une région spéciale constituant le magasin des souvenirs, que la mémoire des associations paraît exiger une participation synergique d'éléments nerveux plus ou moins éloignés, — le terme d'élément pouvant aussi bien représenter une cellule qu'un groupe de cellules et de fibres, — et enfin que

les souvenirs relatifs aux perceptions de divers ordres se trouvent localisés dans les centres sensoriels correspondants, très vaguement délimités d'ailleurs.

Mais, en ce qui concerne l' « empreinte » sensorielle, ou le « frayage » de voies associatives, constituant les deux aspects de la mémoire, nulle précision n'est possible, autre que la représentation chimique très vague du phénomène que nous avons esquissée. On peut bien parler, avec Le Dantec, d'assimilation fonctionnelle[1], ou, avec Verworn, de l'augmentation constructive des éléments nerveux au cours du fonctionnement[2] : ces conceptions, qui reportent au système nerveux les faits constatés dans le système musculaire au cours de l'acquisition des habitudes, restent trop loin des faits pour avoir une véritable valeur scientifique; il n'y a là, comme le dit justement Le Dantec, « qu'un ensemble d'hypothèses métaphysiques ».

Il faut même se défier de comparaisons qui tendent à être prises pour des raisons.

C'est ainsi que lorsque l'on voit Ribot parler du passage de la mémoire psychique à la mémoire organique pour les événements qui s'organisent et se fixent avec une stabilité croissante, on tend à se représenter souvent comme un enfoncement du souvenir dans des couches plus profondes du cerveau, une descente le long de l'axe cérébrospinal.

Or, s'il semble bien au point de vue phylogénétique, — bien que cela même ait été contesté[3], — que les phénomènes volontaires exigeant la participation de

1. F. Le Dantec. *Éléments de philosophie biologique*, p. 225.

2. Max Verworn. Die cellularphysiologische Grundlage des Gedächtnisses. *Zeitschrift für allgemeine Physiologie*, 1906, t. VI, p. 119-139.

3. Philippson. *L'autonomie et la centralisation dans le système nerveux des animaux*, Bruxelles, 1905.

centres supérieurs, puissent devenir des réflexes dépendant de centres moins élevés, par une économie de temps et un raccourcissement des voies suivies, au cours des transmissions héréditaires, il n'y a en revanche aucun cas où une telle migration ait pu être démontrée au cours d'une existence individuelle.

Car bien des apprentissages apparents, comme la marche, peuvent tenir à la lenteur du développement des appareils neuro-musculaires présidant aux fonctions en jeu. Et, même sous la forme humoristique, que le seul moyen de savoir si un violoniste sait bien son morceau dans un concert est de lui couper la tête, parce qu'alors cela ne l'empêcherait pas plus de continuer qu'un vertige épileptique, — ce dernier fait ayant été plusieurs fois constaté, — l'opinion que l'habitude implique une substitution aux centres corticaux des centres primitivement subordonnés doit rester très suspecte.

Elle est, en effet, rendue peu vraisemblable par le petit nombre d'étapes des voies motrices, qui contraste d'ailleurs avec le grand nombre de relais des voies sensitives :

On sait que les cellules pyramidales de l'écorce envoient directement leur prolongement cylindraxile jusqu'aux cellules motrices de l'axe médullaire, et que ces dernières agissent directement sur les muscles. Et, comme ce paraît bien être au niveau des cellules que peuvent s'exercer des actions sur les influx moteurs, il faut choisir entre un acte cortical et un acte médullaire; or une acquisition individuelle disparaît par suppression fonctionnelle de l'encéphale avec intégrité de la moelle.

On ne peut donc admettre ces migrations des centres au fur et à mesure de l'automatisme croissant d'un acte progressivement fixé dans un système nerveux individuel.

En revanche, on peut admettre, en certains cas, des raccourcissements dans les voies associatives, en même temps qu'une moindre diffusion des influx dans des voies latérales; au cours de. l'acquisition d'une habitude, on constate la disparition progressive de mouvements parasites inévitables au début; et ce que les auteurs appellent chez les animaux la mémoire associative représente en réalité un simple phénomène de raccourcissement dans un parcours plus ou moins complexe, car si trois termes, deux perceptions et un mouvement, se suivent fréquemment, le mouvement étant provoqué par la deuxième perception, il se produit tout naturellement une association de plus en plus forte entre les deux premiers termes comme entre les deux derniers; mais l'étape intermédiaire peut disparaître et l'association se faire alors directement entre les termes extrêmes.

Dans les associations d'idées humaines, on rencontre fréquemment des faits de ce genre, et une étape peut être brûlée entre deux autres, qui tendent ainsi à se joindre par la voie la plus directe.

Mais nous ne pouvons préciser physiologiquement cette économie de chemin parcouru au point de vue des localisations, pas plus qu'au point de vue du mécanisme; nous ne pouvons préciser ce qu'est une trace de mémoire ou un frayage de voies associatives.

Nous savons seulement que tout phénomène mental, perception ou association, exerce une influence persistante dont l'intensité diminue spontanément de façon régulière, mais avec une vitesse variable; et parfois même l'évanouissement est aussi rapide que l'amortissement des ondes circulaires engendrées dans une mare par la chute d'une pierre.

« Le temps présent se prolonge », dit Richet[1], et

1. Ch. Richet. Les origines et les modalités de la mémoire. *Revue philosophique*, 1886, t. XXI, p. 553.

c'est là une propriété générale, mais non exclusive, du système nerveux et de toute substance vivante. Richet ajoute qu'il peut reparaître, mais la réapparition n'est qu'un signe de persistance, et il n'y a pas entre ces deux conceptions la différence essentielle à laquelle croit cet auteur, différence surtout subjective.

L'évanouissement du souvenir dont nous venons de parler n'est pas en effet l'affaiblissement d'images permanentes ou d'enchaînements dynamiques perpétuellement répétés ; c'est l'impossibilité progressive de révéler par un moyen quelconque, — évocation, reconnaissance. rééducation, — l'influence persistante des phénomènes passés.

Lorsqu'on fait apprendre des mots à des enfants, on obtient une répétition immédiate plus ou moins correcte ; si, après avoir recommencé trois fois, on fait une récapitulation générale des mots des trois séries, on remarque que les deux tiers sont déjà oubliés[1] ; et, pour des chiffres, l'évanouissement est encore plus rapide ; mais les mots oubliés, en ce sens qu'ils ne réapparaissent plus, peuvent encore être reconnus ; ne sont-ils plus reconnus qu'ils seront rappris plus vite, et la méthode de réacquisition est identique à celle que nous avons vu employer pour les habitudes et pour les phénomènes d'adaptation.

C'est ainsi que le temps nécessaire pour rapprendre une série de 13 syllabes, apprises 24 heures auparavant et complètement oubliées, n'est plus égal qu'aux deux tiers du temps primitif, d'après Ebbinghaus[2] ;

1. A. Binet et V. Henri. La mémoire des mots. *Année psychologique*, 1re année, p. 12.

2. Ebbinghaus. *Ueber das Gedächtniss*, 1885. On trouvera dans Burnham (Memory. *American Journal of Psychology*, 1888-1889, t. II) un excellent résumé du travail d'Ebbinghaus qui, si invraisemblable que paraisse le fait, est à peu près impossible à consulter à Paris même.

au bout de 20 minutes, le temps n'est pas tout à fait la moitié du premier; au bout d'un mois, il n'en est encore que les quatre cinquièmes. L'évanouissement, d'abord rapide, devient de plus en plus lent, comme nous l'avons vu déjà en étudiant la loi du phénomène, et cet amortissement asymptotique est assez semblable au retour à l'équilibre d'un muscle ou d'un nerf excité par le brusque passage d'un courant électrique.

Les lois de la conservation des souvenirs, identiques chez l'homme et chez les animaux, sont donc bien d'accord avec les phénomènes physiologiques qui servent de base à cette conservation, sans que nous puissions toujours les préciser davantage.

Et, de même que la courbe de refroidissement spontané d'une barre de fer chauffée, vaguement analogue à la courbe d'amortissement du souvenir, peut être modifiée et sa chute accélérée par l'action de facteurs réfrigérants, de même, des influences contraires peuvent provoquer une disparition hâtive de la persistance mnémonique :

Si l'on fait acquérir à un homme l'habitude de répartir, en un certain ordre, dans des casiers préparés à cet effet, des cartes différentes, le temps nécessaire à l'opération diminue progressivement, tout comme dans les acquisitions d'habitudes étudiées chez les animaux; dans les expériences de Bergström, le temps nécessaire à une opération de ce genre passait de 63 à 45 secondes dès la septième ou huitième épreuve.

Mais si l'on fait, entre chaque épreuve, effectuer des répartitions différentes des mêmes cartes, on provoque, en tendant à établir des associations opposées aux premières, une disparition à peu près complète de l'influence persistante engendrée par l'épreuve passée; l'on ne peut noter alors aucune décroissance du temps nécessaire au classement qui reste de 62

ou 63 secondes de la première à la huitième épreuve[1].

Et chez les animaux, on échoue également à provoquer simultanément la formation d'habitudes contradictoires. On voit donc que si, théoriquement, on peut supposer la conservation indéfinie des influences qui ont passagèrement affecté l'esprit, pratiquement, la persistance efficace de ces influences est très limitée.

Et il en est de ce cas comme de la persistance des rythmes biologiques, que certains auteurs croient durer autant que l'individu, autant même que sa descendance, alors qu'ils ne sont plus révélables; il en est comme de la persistance indéfinie sur le protoplasma cellulaire de toute action extérieure, comme de l'empreinte ineffaçable subie par les espèces du fait de tous les événements auxquels ils ont été mêlés: toutes ces traces deviennent à un moment, plus ou moins vite atteint, trop faibles pour jouer encore un rôle, et, dès lors, si, philosophiquement, on peut encore envisager leur existence, scientifiquement elles ne sont plus.

§ 7. — LA RECONNAISSANCE.

On envisage souvent la reconnaissance, soit d'un objet, soit d'une association externe ou interne, comme un processus superflu de la mémoire. Mais on ne peut admettre cette manière de voir, parce que, alors même que toute reproduction d'images ou de séquences d'images est devenue impossible, la persistance mnémonique est encore révélable par la reconnaissance de ces images et de ces séquences;

1. Cf. J. Bergström. The relation on the interference to the practice effect of an association *American Journal of Psychology*, 1894, t. VI, p. 433. — Cf. aussi : Experiments upon physiological memory. *Id.*, 1893, t. IV, p. 356.

et c'est grâce aux actes — manifestation objective du phénomène de reconnaissance — entraînés par la vue d'un objet ou d'une série déterminée d'objets, que, comme nous l'avons vu, on a pu étudier la mémoire sensorielle des animaux.

Au point de vue objectif, la reconnaissance consiste en effet dans la réapparition d'actes, de mouvements mimiques, de paroles, sous l'influence d'un phénomène semblable à un phénomène antérieur ; et, de ce chef, la reconnaissance n'est pas autre chose qu'une persistance associative. Mais, en outre, nous pouvons constater par introspection ou grâce à des déclarations qui nous sont faites, qu'il existe un état mental particulier qu'on appelle, dans le langage psychologique courant, la reconnaissance.

C'est cet état que la philosophie intellectualiste cherche à résoudre en des jugements, en des opérations complexes où elle s'embrouille dans un inextricable lacis.

En réalité il existe un *sentiment* de reconnaissance, provoqué par une acquisition plus facile, ce sentiment, dit intellectuel, traduisant sans doute un certain état de cœnesthésie cérébrale : les processus ne sont pas identiques en effet lorsqu'il se produit pour la première fois une perception ou une consécution mentale, ou lorsqu'il y a répétition d'un événement antérieur dont l'influence persistante n'est pas encore évanouie.

Il se produit dans le premier cas un sentiment de nouveauté, dans le second un sentiment de « déjà vu »[1], et l'on sait que, parmi les perturbations affectives, dont le mécanisme peut sans doute différer beaucoup sui-

1. Ce sentiment paraît être engendré, dans les conditions ordinaires par la facilité des associations qu'évoque la réapparition d'un terme déjà perçu, avec un cortège d'autres éléments mentaux : le terme perçu à nouveau se comporte d'emblée comme « en pays de connaissance » : il a ses liaisons acquises.

vant les cas, il se produit des illusions de déjà vu, des sentiments de fausse reconnaissance.

Les sentiments nombreux qui correspondent au fonctionnement cérébral ont d'ailleurs toujours été négligés ; les sentiments de surprise ou de monotonie et d'ennui, les sentiments de compréhension qui accompagnent une esquisse d'évocation possible sans que l'évocation s'effectue, et auxquels on se tient souvent lorsqu'on pense[1], les sentiments de prévision qui complètent fréquemment la reconnaissance d'un enchaînement complexe, toutes ces formes affectives de notre pensée jouent un rôle considérable dans la vie mentale, où elles représentent un écho des modifications physiologiques générales du cerveau.

§ 8. — L'ÉVOCATION.

Une série de faits mentaux s'est déroulée chez un individu, par exemple une série de perceptions visuelles ; par ce seul fait, si les conditions anatomo-physiologiques de l'organisme étaient normales, il reste une influence persistante de ce déroulement mental, il y a un souvenir acquis qui se conserve quelque temps avec une certaine intensité. Cela veut dire que, pendant ce temps, il y aura une tendance persistante à une succession spontanée des mêmes phénomènes mentaux que précédemment, si le premier terme de la série se trouve reparaître pour une raison quelconque, par exemple si, dans les événements extérieurs, il se produit un fait susceptible de

1. A. Binet a cherché à montrer le rôle de ces sentiments dans ce qu'il a appelé, d'un terme peut-être discutable, la « pensée sans images ». On peut rappeler aussi que Bourdon a depuis longtemps soutenu que la reconnaissance était affaire de sentiment et non de jugement (Cf. *Revue philosophique*, décembre 1893).

provoquer une perception semblable à la perception initiale.

On dira qu'il y a eu évocation des souvenirs acquis, parce qu'on ne considère généralement que les états mentaux en eux-mêmes, dans la mémoire. Mais le souvenir est d'abord dans la succession, dans ce qu'on appelle l'évocation, parce qu'il s'agit de perceptions liées entre elles, tandis que, si des actes interviennent, on ne parle plus que d'habitude.

Primitivement il n'y a pas d'états isolés, comme nous l'avons déjà rappelé, il n'y a que des enchaînements qui, s'ils sont fréquemment répétés, donnent naissance à un lien mnémonique de plus en plus fort, et qui devient impératif; et les termes évoqués se suivent d'autant plus vite que le caractère nécessaire de leur liaison s'accentue davantage : c'est la loi de Thumb et Marbe, qui a encore été vérifiée récemment par Menzerath[1].

Mais il faut se rappeler que la force réelle du lien associatif dépend aussi des résistances que la succession des deux termes peut rencontrer. Aussi, lorsque les résistances, qui proviennent de la pensée synthétique complexe constituant la forme supérieure de l'activité mentale, s'affaiblissent avec cette activité même, les automatismes acquis se donnent libre jeu : on a, dans la manie, où règne une excitation cérébrale continuelle, des associations impératives à profusion, qui peuvent se répéter inlassablement; un même mot peut déclancher, toutes les fois qu'il est lancé à l'oreille du maniaque, une même série d'images verbales ; j'ai même, dans un cas, observé le fait curieux d'un cercle fermé dans lequel le sujet tournait presque indéfiniment, la série comprenant le terme initial qui entraînait à nouveau la série.

1. Cf. Menzerath. Die Bedeutung der sprachlichen Geläufigkeit oder der formalen sprachlichen Beziehung für die Reproduktion. *Zeitschrift für Psychologie*, t. XLVIII, p. 1-95.

Chez des confus, plus inertes, il faut un peu d'excitation pour obtenir les mêmes résultats; mais, en prononçant les premiers termes de la série des nombres, on pourra provoquer chez le sujet un automatisme verbal, grâce auquel les nombres se succéderont aux nombres dans leur ordre régulier, et l'on aura souvent peine à arrêter ce déroulement[1].

Une mémoire trop parfaite, qui ferait de la vie de l'esprit un écho exact des phénomènes extérieurs les plus fréquents, paraît donc bien éminemment dangereuse.

La persistance des enchaînements, dont nous avons vu le développement chez les animaux, ne contribue donc pas sans le menacer au progrès mental. On cite souvent le cas du Dr Leyden qui avait une mémoire verbale extraordinairement développée et s'en plaignait parce que, « lorsqu'il voulait se rappeler un « point particulier dans quelque chose qu'il avait lu, « il ne pouvait le faire qu'en se répétant à lui-même « la totalité du morceau depuis le commencement « jusqu'à ce qu'il arrivât au point dont il désirait se « souvenir »[2].

Cette mémoire exacte, automatique, se rencontre très fréquemment chez les écoliers, qui sont susceptibles de réciter correctement une leçon d'un bout à l'autre, mais qui demeurent incapables de répondre

1. En ce qui concerne ces phénomènes, il est à peine besoin de citer le livre célèbre de P. Janet : *L'Automatisme psychologique*.

Tout récemment, E. Toulouse et M. Mignard ont montré l'importance que la question de l'automatisme devait prendre dans l'étude analytique d'un grand nombre de maladies mentales, œuvre plus utile que d'étiqueter ces dernières à tort et à travers sans savoir ce qu'elles recouvrent, ce que l'on voit trop souvent faire.

2. Abercrombie. *Essay on intellectual Powers*, p. 101. Cf. Th. Ribot. *Maladies de la Mémoire*, p. 45.

a une question portant sur un des points qu'ils ont appris, et dont ils ne peuvent retrouver le sens que grâce à l'enchaînement de tous les termes dans l'ordre où il les ont répétés.

La mémoire, pour être utilisable par l'homme, doit être assouplie, et, dans ce but, les enchaînements rigoureux doivent être brisés; il faut diminuer l'intensité de ces consécutions persistantes, il faut en provoquer l'oubli, et c'est à cette seule condition que les éléments enchaînés pourront acquérir une certaine individualité et devenir maniables : c'est surtout dans cette souplesse que la mémoire humaine peut prendre toute sa supériorité, et ainsi on peut dire qu'en ce sens c'est l'*oubli* qui la fait supérieure en permettant une évocation plus libre et plus complexe.

L'apparente spontanéité humaine, l'illusoire liberté que l'homme croit posséder dans son activité, tiennent à la complexité des associations des actes entre eux ou avec les perceptions et les autres phénomènes mentaux : les automatismes acquis perdent en effet beaucoup de leur force, et tel enchaînement ou tel autre pourra prédominer, suivant tel ou tel facteur en apparence insignifiant, mais susceptible de faire pencher la balance d'un certain côté, tant les forces en jeu sont proches d'être égales.

De même la spontanéité et la variabilité de la pensée, son apparente contingence, tiennent à la multiplicité des connexions associatives, influencées par l'intervention de facteurs qui paraissent à tort négligeables.

Aussi, de même qu'on est obligé de renoncer à l'atomisme mental des intellectualistes dans les conceptions psychologiques, on ne peut accepter non plus le déroulement unilinéaire des phénomènes mentaux qu'ont soutenu les théories associationnistes. Seuls les liens impératifs se plient à cette conception,

et encore, à l'état normal, il n'y a pas de liaison qui soit en tout temps, en toutes circonstances, réellement impérative.

Les associations, les phénomènes d'évocation qui constituent la dynamique mentale, sont toujours fonction d'un grand nombre de variables. Si j'entends prononcer le mot feuille, le terme mental évoqué concernera — selon que j'écrirai ou que je regarderai des arbres, selon que j'aurai parlé auparavant de livres ou de forêts — soit le papier, soit l'organe végétal; les circonstances extérieures actuelles, les événements immédiatement passés, exercent leur influence sur les évocations particulières; toutes les chaînes acquises dans lesquelles les termes particuliers sont simultanément engagés, se combinent en un jeu de forces qui agiront suivant une résultante dont il est souvent difficile de prévoir la direction[1].

La complexité des éléments en jeu s'accroît en outre du fait des évocations constamment effectuées, et qui, en tant que consécutions mentales, tendantes à persister, renforceront à l'avenir toute évocation analogue. C'est ainsi qu'une suite de faits extérieurs engendrera des perceptions, qui tendront ensuite à réapparaître dans le même ordre; mais la tendance s'évanouira vite s'il ne s'effectue pas une réapparition effective.

Au contraire, cette réapparition agira comme agirait une répétition des faits extérieurs, pour fortifier le lien-souvenir[2]. Et, quand nous ne voulons pas oublier une suite de choses, nous provoquons cette

1. J'ai montré déjà que cette complexité, si longtemps négligée, des inductions associatives, était seule en accord avec les faits expérimentaux. Cf. H. Piéron. La conception générale de l'association et les données de l'expérience. *Revue Philosophique*, 1904, nº 5, p. 493-518.

2. Au cours de ces répétitions internes, et, d'une manière générale, au cours des évocations, il peut y avoir des associations, des mélanges de souvenirs d'époques différentes, etc., en

réapparition qui nous permet de « repasser », comme un écolier sa leçon, le souvenir que nous sentons fugitif.

Si l'on s'étonne parfois de la vivacité de certains souvenirs d'enfance comparée à l'oubli profond où seuls ces quelques souvenirs surnagent, c'est qu'on ne songe pas que ces souvenirs, réapparus tout d'abord pour une raison quelconque, ont été « repassés », en quelque sorte, par une réapparition de plus en plus facilitée, en sorte que, de penser à l'enfance, on en vient à évoquer avec une force croissante quelques données absolument exclusives.

Mais le caractère quasi obligatoire des évocations est, comme nous l'avons signalé, très rare, et c'est la faiblesse des liens associatifs, si ténus qu'on les néglige, qui a permis de croire à l'existence d'états mentaux individuels et indépendants.

Chaque lien n'est faible que parce qu'il est contrarié par un très grand nombre d'autres, et les états ne paraissent libres que parce qu'ils sont plus de fois prisonniers dans une trame extrêmement complexe. Les interférences, qui ne cessent de se produire, ne libèrent un état mental de sa liaison avec un autre que pour l'assujettir à un troisième. Et, bien que les phénomènes associatifs soient étudiés pour eux-mêmes — ce que leur importance légitime d'ail-

sorte que la série réelle des événements se trouve progressivement déformée.

De telles déformations ont été particulièrement étudiées au point de vue de la psychologie du témoignage, de la psychologie judiciaire en général, qui tend à prendre une grande extension. En dehors des travaux de Stern, qui avait créé un périodique pour la psychologie du témoignage, devenu aujourd'hui le « Zeitschrift für angewandte Psychologie », on lira avec fruit sur cette question le travail en langue française d'une élève de Claparède, M. Borst (Recherches expérimentales sur l'éducabilité et la fidélité du témoignage. *Archives de Psychologie*, t. III, 1904, p. 233-314).

leurs dans une très large mesure — il ne faut pas s'imaginer qu'ils puissent s'effectuer par l'action de forces propres autres que celles des souvenirs.

L'esprit humain ne crée rien par lui-même, mais le jeu illimité des combinaisons nouvelles qui peuvent se faire entre toutes ses acquisitions, par l'attraction de petits liens mnémoniques inaperçus, suffit à engendrer la prodigieuse diversité de la pensée.

Si, lorsque nous sommes tristes, accourent en foule, comme des oiseaux noirs qui viendraient se heurter aux vitres d'un phare, toutes les pensées, tous les souvenirs qui nous oppressent, c'est que la tristesse est elle-même, bien que les intellectualistes refusent toujours d'en convenir, un état mental *sui generis* auquel les pensées, les images qu'il évoque ont été autrefois associées.

Bien souvent surgissent brusquement une idée, un tableau, dont on croit l'apparition spontanée parce qu'aucun lien ne les relie au cours actuel de sa pensée, et qui sont attirés par une émotion à laquelle ils ont été liés, émotion provoquée elle-même par un enchaînement interne ou par un événement extérieur ; une odeur rare évoque une émotion délicate, et des images soudain s'élèvent qu'on croyait oubliées et qu'on n'aurait pas été capable d'évoquer[1].

Les sentiments intellectuels sont aussi des états qui peuvent, par leurs associations complexes, servir d'évocateurs d'images ou d'idées dont l'apparition semblera inexplicable et par conséquent spontanée.

Enfin l'évocation, que nous disons volontaire parce

1. H. Piéron. La question de la mémoire affective. *Revue Philosophique*, 1902, n° 12, p. 612.

Il faut en général une excitation inaccoutumée pour réveiller les souvenirs affectifs, dont l'existence n'est souvent contestée que parce que l'évocation volontaire en est à peu près impossible, comme l'a fort bien signalé Th. Ribot. (La mémoire affective et l'expérimentation. *Journal de Psychologie*, 6e année, n° 4, 1909, p. 289-292)

qu'elle s'accompagne d'un sentiment de personnalité, n'échappe pas à la même loi, et, lorsque la vue d'une personne n'évoque pas l'image verbale de son nom, il ne suffira pas qu'elle évoque l'idée de l'appeler et suscite la recherche volontaire du nom nécessaire à l'exécution de l'appel pour que l'image verbale apparaisse ; malgré l'inhibition des autres associations possibles, ou l'appel à des évocations voisines susceptibles à leur tour de « lever » le souvenir récalcitrant, la volonté restera impuissante si la mémoire faillit à sa tâche ; et, au besoin, quelques instants plus tard, l'évocation s'effectuera, qu'on dira spontanée pour l'opposer à l'évocation volontaire, bien que dans les deux cas le mécanisme fondamental soit le même [1].

C'est toujours un lien acquis qui réveille pour un instant un phénomène mental. Mais les états isolés qui, s'ils réapparaissent fréquemment sous l'influence d'enchaînements variés, peuvent accroître constamment leur intensité persistante, ces souvenirs, qu'on a l'habitude de considérer seuls dans l'étude de la mémoire, sont susceptibles, c'est un fait incontestable, d'exercer une influence sur les liaisons associatives :

Si un phénomène quelconque est relié à un grand nombre d'autres par suite de consécutions antérieures, la détermination de l'état qu'il évoquera dépend, nous l'avons dit, de nombreux facteurs; parmi ces facteurs il ne faut pas négliger l'intensité mnémonique des états évocables : un souvenir très vif attirera vers lui l'influx évocateur.

1. En outre, on peut constater en soi-même que l'évocation n'est pas consciente. Or, si l'on recherchait des critères objectifs de la conscience, ce processus y satisferait et devrait être dit conscient ; aussi le déclare-t-on souvent « subconscient ». Mais cette conscience inconsciente que recouvre ce mot est toute hypothétique, et cela nous confirme bien dans notre assertion qu'il ne peut pas y avoir de critère certain de la conscience.

Et ainsi l'évocation ne dépend pas seulement du lien-souvenir, mais de l'état-souvenir, et très souvent l'on croit pouvoir juger, d'après la capacité évocatrice, de la force du souvenir isolé. On considère comme ayant une bonne mémoire d'un événement celui qui, dès qu'on le désirera, évoquera cet événement dans tous ses détails ; on dira de celui qui sera incapable de cette évocation, qu'il a oublié l'événement.

Certes c'est une preuve d'efficacité d'un souvenir que d'attirer, droit vers lui, l'évocation ; il en est comme d'une lumière vive dans l'obscurité, qui attire avec certitude le regard, qu'on le veuille ou parfois même qu'on ne le veuille pas ; si la lumière faiblit, on ne la verra plus qu'au hasard de ses courses, en passant tout près d'elle ; et, si on la cherche, on risquera de ne pas la trouver ; mais parfois on s'en rapprochera, grâce à quelques autres un peu plus éclatantes servant de points de repère, comme, lorsqu'on cherche un nom, on évoque des noms voisins pour être plus près de l'image désirée.

L'influence de l'intensité du souvenir s'exerce bien dans tous les cas ; mais, à intensité égale, les autres facteurs prédominent, et souvent même ils l'emportent malgré des différences considérables d'intensité. Les circonstances ont une importance énorme, et le milieu où l'on se trouve exerce une influence dont on ne soupçonne pas toujours assez la force : le candidat qui cherche à retrouver quelques notions dans la rue, avant d'entrer dans la salle d'examen, se désespère de ne plus rien savoir, et, quelques instants après, devant une feuille de papier, retrouvera sans difficulté les mêmes souvenirs qu'il croyait évanouis peu auparavant.

On ne peut donc mesurer avec certitude la mémoire d'un événement ancien d'après l'évocation du souvenir. Comme le sentiment de reconnaissance n'ap-

porte pas non plus une certitude complète, l'intensité persistante des états conservés nous échappe, en dehors de ceux qui relèvent de la mémoire immédiate, à un moment où la force des liens évocateurs est encore assez grande.

La supériorité de la mémoire nous apparaît dans une évocation sûre des souvenirs utiles à chaque moment, et, de fait, un souvenir conservé est inutilisable, il est pratiquement inexistant, s'il n'apparaît point lorsqu'il est nécessaire.

Si l'écolier, qui sait sa table de multiplication lorsqu'il la récite à la file, ne peut évoquer un produit lorsqu'il effectue une opération, sa mémoire est superflue.

Aussi une mémoire supérieure est-elle celle où les souvenirs, considérés isolément, gardent une vivacité qui ne s'atténue que lentement, mais surtout où ils s'enchaînent par des liens extrêmement nombreux, d'autant plus forts que les évocations de certains termes par certains autres est plus utile ; les liens de contiguïté pure ne sont jamais trop faibles par rapport aux liens de ressemblance intellectuelle qui ne sont jamais trop puissants.

Aussi, dans le progrès de la mémoire humaine considérée vis-à-vis de la mémoire de tous les autres animaux, dans ce progrès, qui comporte une individualisation croissante des souvenirs et un affaiblissement de leurs liens associatifs par suite de leur multiplication incessante, ce qui importe surtout, c'est cette multiplication des chaînes qui réunissent tous les souvenirs en une trame continue.

§ 9. — LA LOCALISATION.

Ce qui fait, d'après certains auteurs, la supériorité de la mémoire humaine — en même temps que sa spiritualité — c'est uniquement l'état isolé, l'état qui

ne se répète pas comme les consécutions qu'on est en droit de ramener à l'habitude, mais qui a « une date » : il a été et ne pourra plus être désormais.

Lorsqu'on lit sa leçon pour l'apprendre, il y a le souvenir de la leçon plus ou moins bien sue, mais il y a aussi le souvenir de chaque lecture, et celui-là ne s'apprend pas; il est localisé[1].

Mais ce souvenir en est-il un? Ce n'est pas un état isolé, mais une consécution, dans le temps, d'états mentaux divers, perceptions, réflexions, etc. Cette consécution est unique et ne se confond par conséquent avec aucune autre, car les états considérés isolément ne sont pas uniques, mais seulement leur arrangement dans un certain ordre : si, dans la consécution, il existe des termes permettant la fixation d'une date ou d'une place, l'ensemble sera localisé dans le temps et l'espace, il sera rattaché à des séries d'états mentaux concernant ces données spatiales ou temporelles.

Il n'y a donc d'autre différence entre ce souvenir complexe localisé, cette consécution, et la suite des mots lus du texte appris que la combinaison unique de l'une et la combinaison constante de l'autre; c'est dire qu'il n'y a en somme aucune différence essentielle; mais le second enchaînement pourra se répéter facilement grâce à la constance extérieure, être appris; l'autre ne le pourra guère, aussi s'évanouira-t-il beaucoup plus vite, à moins d'être souvent « repassé », c'est-à-dire appris aussi d'une certaine manière.

On voit donc que la localisation des souvenirs n'ajoute rien aux autres processus de la mémoire et ne constitue pas une particularité, une supériorité nouvelle de la mémoire humaine, qui vaut toujours par la richesse de ses associations et qui ne peut se différencier que par des nuances plus ou moins accusées de la mémoire animale.

1. Cf. Bergson. *Matière et mémoire.*

CHAPITRE II

LES VARIATIONS DE LA MÉMOIRE

La mémoire humaine ne doit pas être envisagée comme une entité qu'on peut étudier en elle-même ; elle apparaît chez des *individus* d'une certaine race, à un certain âge, ayant reçu des dispositions héréditaires et une éducation particulières. En outre, elle apparaît à des moments, dans des circonstances déterminées.

Il y a là nombre de facteurs de variations ; il est nécessaire dès lors d'examiner les directions et les limites de la variabilité mnémonique, dans ses grandes lignes.

§ 1. — LES VARIATIONS ETHNIQUES.

Lorsqu'on compare tel ou tel animal à l' « Homme », il faut presque toujours sous-entendre que l'homme dont il s'agit est l'Européen ou l'Américain civilisé de l'époque actuelle. Or, ce type humain est singulièrement différent d'autres types qui se rangent dans des « races » différentes, races qui, si l'on avait appliqué les habitudes de classification des naturalistes, auraient été certainement envisagées comme des espèces.

Il est telles peuplades noires dont on est en droit, à

coup sûr, de se demander si elles ne diffèrent pas intellectuellement davantage d'Européens instruits que de singes anthropomorphes ; on est même tenté de combler la lacune qui sépare l'homme des animaux supérieurs avec ces types humains considérés comme primitifs.

Malheureusement ces races vieillies ne paraissent primitives qu'à cause justement de leur infériorité mentale ; or, celle-ci peut provenir d'une dégradation, d'une dégénérescence plus ou moins tardive.

Des peuplades vaincues, repoussées dans des régions pauvres, affaiblies par la misère, et dont on connaît surtout les individus en contact avec des civilisés auxquels ils n'ont su emprunter que leurs vices, donnent une impression d'abrutissement intellectuel qui n'a sans doute rien de primitif, et dont l'alcoolisme parfois est plus ou moins responsable.

Mais, ces réserves faites, il serait évidemment d'une haute importance de connaître entre quelles limites peut osciller dans les races humaines le niveau intellectuel, quelles peuvent être les moyennes extrêmes du pouvoir mnémonique. Seulement on ne possède encore à cet égard que des jalons bien insuffisants.

Les races supérieures sont actuellement trop mêlées et elles sont de niveaux trop voisins pour qu'on puisse tirer facilement des résultats de leur étude comparative ; et, quant aux races inférieures, les voyageurs qui ont été à même de les observer sur place n'ont rapporté en général que des renseignements psychologiques fort vagues, hâtivement obtenus, et souvent même déformés par des idées préconçues.

Les recherches expérimentales ne pénètrent que difficilement dans le domaine de la psychologie ethnique, et celles qui ont été effectuées jusqu'ici, en particulier par la belle expédition anthropologique de Cambridge

au détroit de Torres, ne concernent guère que les phénomènes sensoriels [1].

Il suffit de parcourir la « Psychologie ethnique » de Letourneau pour être frappé de l'absence à peu près complète de documents tant soit peu précis. Et l'on peut juger en effet de l'ordre de précision que pouvaient atteindre les observations, d'après les exigences singulièrement lâches du questionnaire rédigé en 1883 par la Société d'anthropologie qui, au sujet de la mémoire, posait les questions suivantes [2].

« 1. Essayer par des moyens pratiques, qu'un observateur attentif trouvera facilement, non seulement la force de la mémoire en général, mais aussi la variété de mémoire qui semble la plus développée.

« 2. Apprend-on facilement à lire et à compter ?

« 3. Variétés de la mémoire suivant le sexe et l'âge.

« 4. Se souvient-on d'un ordre, d'un fait, après un certain nombre de jours ?

« 5. Pendant combien de temps garde-t-on le souvenir des morts ?

« 6. Y a-t-il des traditions, légendes, récits de faits réels, des souvenirs historiques ?

« 7. Peut-on les raconter sans les altérer après un certain temps ? »

Des quelques réponses qui ont été faites à ce questionnaire, en l'absence de toute indication sur les faits qui ont motivé les jugements des observateurs, il est véritablement difficile de dégager des données sûres.

Lorsqu'un auteur nous dit que, chez les Papous, c'est de 8 à 13 ans que les individus apprennent le plus

1. J'ai eu occasion de signaler les desiderata de la psychologie ethnique, qui est encore bien en retard : H. Piéron. L'anthropologie psychologique. Son but, sa méthode. *Revue de l'École d'Anthropologie*, n° 4, avril 1909.

2. *Bull. de la Soc. d'Anthropologie*, 1883, p. 594.

facilement, ou que la mémoire d'acquisition est plus développée chez la femme que chez l'homme[1], tandis qu'un autre auteur déclare que, chez les Fuégiens, c'est l'homme adulte qui est le mieux doué pour la mémoire[2], sans préciser s'il s'agit d'acquisition ou d'évocation de souvenirs, sans indiquer le nombre des sujets et les moyens d'explorer leur capacité mnémonique, comment pourrions-nous conclure à une différence ethnique de ce chef — bien improbable d'ailleurs — entre les Fuégiens et les Papous ?

Et, quand les observations se ramènent à des appréciations subjectives, les contradictions ne manquent pas : on dira des Fuégiens que leur mémoire est presque nulle, et à côté de cela on notera leur grande facilité à apprendre les langues[3].

Il est bien certain que, si l'on veut juger de la mémoire en général d'après l'acquisition de souvenirs quelconques, on s'expose, suivant les souvenirs auxquels on s'adresse, à juger la mémoire excellente ou très faible, car l'acquisition, comme nous l'avons longuement montré, exige une attention qui peut faire défaut pour tout ce qui ne présente pas un *intérêt* suffisant. C'est ainsi que les auteurs se montrent quelquefois frappés de la supériorité d'une mémoire particulière, qui est justement essentielle aux conditions de vie des individus examinés : des Hottentots, conducteurs de chariots boers, parurent ainsi avoir la mémoire tenace de tout ce qui concernait leurs animaux, qu'ils reconnaissaient entre tous et dont ils n'oubliaient jamais les noms[4].

1. Bink. Questions sociologiques. *Bulletin de la Société d'Anthropologie*, 1888, p. 404.
2. Hyades. Ethnographie des Fuégiens. *Bull. de la Soc. d'Anthr.*, 1887, p. 340.
3. Cf. Letourneau. *Psychologie ethnique*, p. 97. — Fitzroy. *Narrative*, t. II, p. 178.
4. Burchell. *Hist. univ. Voy.*, t. XXVI, p. 410.

La mémoire des lieux, la mémoire topographique est développée chez un grand nombre de peuples, Australiens, Papous, Fuégiens, Samoyèdes, Indiens, etc.; et là la mémoire d'acquisition est sans doute supérieure à celle des civilisés.

« Un de mes amis, M. E. de Stoutz, qui revient d'une exploration dans le centre de Bornéo, nous dit Claparède, a remarqué cette aptitude chez les indigènes de cette île, les Dayaks ; comme ceux-ci se dirigent avec certitude dans les vastes forêts vierges auprès desquelles ils habitent, et que ces forêts sont assez épaisses pour intercepter le moindre rayon solaire, M. de Stoutz pense que ce n'est qu'en notant les courbes et déviations du trajet d'aller qu'ils peuvent parvenir à trouver leur chemin au retour. Mais il y a assurément un affinement tout particulier du sens ou de la mémoire des rotations chez ces indigènes, car tout étranger s'aventurant dans ces forêts, quelle que soit l'attention avec laquelle il note les variations de sa direction, est irrémédiablement perdu [1] ».

Il y a certainement là un cas de développement chez l'homme de la mémoire topographique dont nous avons montré le rôle particulièrement important dans l'éthologie de certaines espèces animales [2].

La mémoire des attitudes et des gestes, de la mimique, peut aussi apparaître particulièrement nette ; dans la Nouvelle-Galles du Sud, les indigènes australiens, après un service religieux, reproduisirent exactement les actes de l'officiant, avec une remarquable ponctualité [3]. Et la mémoire, que Waitz qualifie de « photographique » pour les Tasmaniens [4], en ce qui

1. Ed. Claparède. La faculté d'orientation lointaine. *Archives de Psychologie*, t. II, nº 6, mars 1903, p. 173.
2. Cf. p. 217-239.
3. Brough-Smyth. *Aborigenes of Victoria*, t. I, p. 29.
4. Waitz. *Anthropology*, p. 38.

concerne les objets concrets, peut être « phonographique » pour le langage, en certains cas, si l'on en croit le fait plusieurs fois cité du missionnaire qui, après avoir prêché un long sermon à des sauvages africains, vit l'un d'eux le répéter textuellement d'un bout à l'autre, et avec la même mimique [1].

Mais il peut y avoir là quelque particularité individuelle. Plus intéressantes sont les observations faites simultanément sur des enfants de race blanche et d'autres races dans des écoles où les uns et les autres suivaient le même enseignement.

Les jeunes Tasmaniens se montreraient un peu supérieurs pour la mémoire de la géographie, de l'histoire, et pour l'écriture, et inférieurs en revanche pour l'arithmétique et la grammaire, ce qui peut relever d'autres causes que de la mémoire [2]. Chez les jeunes nègres pahouins la mémoire serait particulièrement développée [3].

D'une façon générale, il semble qu'à âge égal le très jeune nègre se montre supérieur pour les acquisitions au jeune blanc, mais les progrès s'arrêtent très vite. Seulement cela est une donnée encore bien vague qui aurait singulièrement besoin de précision.

En tout cas, d'après ce que l'on sait actuellement de la mémoire des peuples non civilisés, il n'en ressort pas une infériorité manifeste de la mémoire vis-à-vis des Européens, et certaines observations témoignent de tours de force mnémoniques dont nous ne voyons à peu près personne qui soit capable autour de nous [4].

1. Kay. *Memory and how to improve it.*, 1888, p. 18.

2. Bonwick. *Daily life of the Tasmanians*, p. 4.

3. Mlle Dégallier. Notes psychologiques sur les nègres pahouins. *Archives de Psychologie*, t. IV, p. 15-16, mars 1905.

4. Si, au lieu de s'adresser à la fonction mnémonique, on envisageait la mémoire comme le magasin inventoriable des souvenirs, on trouverait alors, évidemment, des différences

§ 2. — LES VARIATIONS INDIVIDUELLES

Notre connaissance de la variabilité de la mémoire chez des individus différents d'un même milieu est heureusement plus complète, et elle nous met en présence de différences si considérables qu'il semble probable que des différences ethniques moyennes ne pourraient en aucun cas les égaler[1].

Dans ces variations, il ne faut pas, bien entendu, faire entrer en ligne de compte celles qui concernent le « savoir », les connaissances, qui dépendent sans doute partiellement de la capacité mnémonique, mais qui relèvent surtout de l'éducation, des efforts réalisés en vue d'apprendre.

L'on ne risque guère de tomber dans cette erreur de prendre un inventaire de souvenirs pour une capacité de mémoire lorsqu'il s'agit du savoir intellectuel; on y est plus exposé quand il s'agit, si l'on peut encore employer cette expression, du savoir sensoriel.

C'est ainsi que l'on est tenté d'admirer la supériorité de la mémoire spéciale des dégustateurs de vins, capables de reconnaître un cru, une récolte, avec une grande précision, ou des dégustateurs d'eaux-de-vie,

ethniques considérables; on trouverait aussi des différences historiques. On a noté, en particulier, l'influence des circonstances sur les couples associatifs, devenus impératifs par une répétition fréquente, couples différents suivant le sexe, l'âge et l'époque, et Gertrud Salling a proposé d'établir des dictionnaires de ces associations! (G. Salling. Assoziative Massenversuche. *Zeitschrift für Psychologie*, t. LXIX, p. 238-253.)

1. Je ne m'arrête pas aux variations de la mémoire suivant le sexe; en effet, les résultats très nombreux qui ont été établis montrent nettement qu'au cas où il y aurait réellement une différence systématique, cette différence serait très nettement inférieure aux variations quelconques qu'il est possible de rencontrer entre individus de même sexe. Serait-elle supérieure à la variation moyenne dans chaque sexe? C'est là le véritable problème, mais il est loin d'être résolu.

ou encore des dégustateurs de thé canadiens, susceptibles d'indiquer au goût d'une infusion l'espèce de thé, la contrée d'origine, la plantation et l'époque de l'année où cette récolte fut faite.

Mais cette habileté professionnelle a été acquise par un effort continu et des expériences nombreuses. Il faut reconnaître cependant qu'un individu quelconque, même après un aussi long apprentissage, n'arriverait pas nécessairement à la « performance » qu'atteignent certains dégustateurs, et que la supériorité de ces derniers doit recouvrir une particularité individuelle fondamentale.

Et il existe, en effet, des types particuliers de mémoire sensorielle. De même que les hommes sont tous inférieurs aux chiens pour la mémoire olfactive, de même certains hommes sont à coup sûr inférieurs à bien des oiseaux pour la mémoire auditive musicale, et sont totalement incapables de retenir un air quelconque.

Même pour les acquisitions verbales, pour la mémoire du langage, des types sensoriels prédominants peuvent fort bien se distinguer, et il est relativement rare qu'un individu donné puisse retenir avec la même facilité des phrases qu'il a vues ou qu'il a entendues, surtout s'il n'a pu les répéter en même temps ; et le fait de la répétition vocale exerce une influence très variable suivant les personnes.

Cette prédominance d'un ou deux de ces sens, visuel, auditif et musculaire, ne s'accompagne d'ailleurs pas nécessairement d'une supériorité sensorielle, d'une acuité plus grande de la vue ou de l'ouïe, d'une plus grande finesse dans la sensibilité aux articulations vocales ; il y a là une particularité propre à la conservation et à l'utilisation des souvenirs verbaux, qu'accompagne un plus ou moins grand développement des mémoires sensorielles exclusives.

Un type visuel retiendra facilement l'aspect d'un

lieu, la physionomie d'une personne, les détails d'une scène à laquelle il a assisté; il n'apprendra bien que ce qu'il aura vu; les tableaux schématiques qu'il verra se fixeront dans sa mémoire.

Un type auditif, au contraire, profitera surtout des cours et des conférences qu'il entendra; il se souviendra des conversations auxquelles il aura assisté, et, rien qu'à la voix, reconnaîtra les gens.

Un type moteur, si une prédominance visuelle ou auditive ne coexiste pas avec la prédominance musculaire, sera en quelque sorte renfermé en lui-même; il n'aura que des souvenirs abstraits, verbaux, grâce aux paroles qu'il aura murmurées, répétant ce qu'il entendait, notant ce qu'il voyait; parfois la prédominance motrice sera moins vocale que scripturale, et l'on pourra voir des individus, très rares d'ailleurs, ne retenant bien que ce qu'ils ont écrit.

Les types schématiques sont rarement purs, mais il est rare aussi qu'un type déterminé ne s'accuse pas chez un individu quelconque, ce dont on peut s'assurer par des expériences assez simples consistant à faire apprendre des syllabes présentées à la vue ou prononcées à l'ouïe du sujet, en les faisant répéter oralement ou écrire, ou au contraire en faisant prononcer une syllabe différente indéfiniment, afin d'empêcher une esquisse vocale qui pourrait accompagner la vision ou l'audition du test.

On voit ainsi par quelle méthode le sujet arrive à retenir dans le même temps un plus grand nombre de souvenirs. Les différents types ne se comportent pas de même façon d'ailleurs, et l'on note que la mémoire visuelle est plus lente mais plus durable; les souvenirs auditifs ou moteurs se déclanchent rapidement mais s'effacent très vite; une interruption suffit pour que tout s'évanouisse.

Le visuel se recueille et ferme souvent les yeux pour évoquer l'image, et il pourra plus facilement que

l'auditif ou le moteur indiquer dans une série la place d'un terme quelconque ou redire la série en sens inverse[1]. Dans l'exécution musicale, l'auditif se distingue aussi très bien du moteur, du simple virtuose qui fait parfois une même fausse note, indéfiniment, au même passage, et qui, s'il est dérangé, ne peut retrouver les notes qui manquent qu'en reprenant au début son morceau.

Mais, dans les limites de chacun de ces types, la mémoire peut être plus ou moins développée, et, pour les besoins de la vie pratique et intellectuelle, où les prédominances peuvent se substituer l'une à l'autre, l'utilisation des types peut varier assez pour que, tantôt des auditifs, tantôt des visuels, tantôt des moteurs, puissent manifester une supériorité mnémonique globale, malgré des infériorités partielles pour des souvenirs déterminés.

La supériorité globale de la mémoire implique d'ailleurs une extrême complexité : nous l'apprécions surtout lorsqu'un individu est capable, à tout moment, de se rappeler toutes choses dont il a besoin, alors que d'autres luttent vainement pour se remémorer ce qu'ils désirent, ce qu'ils recherchent. Il y a là un résultat qui peut dépendre de l'acquisition, de

1. Voir en particulier, à propos de ces types de mémoire, déjà distingués par Charcot, une excellente étude de Ségal. Ueber den Reproduktionstypus und das Reproduzieren von Vorstellungen. *Archiv für dic gesammte Psychologie*, 1908, t. XII, p. 124-235, et un travail de H. Cohn : Experimentelle Untersuchungen über das Zusammenwirken der akustisch-motorischen und der visuellen Gedächtnisses. *Zestschrift für Psychologic*, t. XV, 1898, p. 161-183.

Parmi les recherches qui ont porté sur l'influence de l'articulation motrice et des perceptions visuelles et auditives sur la mémoire, on doit noter surtout les suivantes : Th. L. Smith. On muscular memory. *Amer. Journal of Psychology*, 1896, t. VII, p. 453-490. — John Bigham. Memory (Studies from the Harvard Psychological Laboratory, prof. Münsterberg), *Psychological Review*, t. I, 1894, p. 34-38, 453-461.

l'effort d'attention initial, car il existe, nous l'avons dit, une acquisition superficielle, nullement durable. Mais ce résultat peut dépendre encore des réacquisitions ultérieures, car celui qui ne s'occupe plus d'un souvenir qu'il croit acquis risque évidemment davantage de l'oublier. Il peut dépendre aussi, évidemment, du pouvoir de rétention des souvenirs, ce pouvoir qui nous échappe presque complètement en lui-même, et qu'il est toujours difficile d'apprécier. Il dépend enfin surtout de l'évocation elle-même.

Nous avons noté que c'était avant tout par la multiplicité des liens associatifs que la mémoire humaine apparaissait supérieure; parmi les mémoires humaines, la mémoire supérieure, dans son ensemble, l'est aussi par la richesse des liens qui permettent, à tout propos, d'évoquer des souvenirs multiples; il faut pour cela une pensée constamment active, et qui laisse chaque fois entre les éléments de l'esprit comme les fils d'une gigantesque et précieuse toile, grâce à laquelle elle peut ensuite retrouver plus facilement la route déjà suivie.

Aussi cette supériorité, qui tient sans doute à des particularités physiologiques individuelles, tient encore beaucoup à l'exercice, à l'éducation perpétuelle de cette évocation mnémonique.

Les liens associatifs, tout comme les termes associés, perdent progressivement de leur force, mais ils en acquièrent une nouvelle chaque fois qu'ils sont parcourus par la pensée, qu'ils sont « repassés ». Lorsqu'on a une activité mentale considérable, on repasse constamment ses souvenirs, on les rapprend en quelque sorte et on apprend à les utiliser.

Apprenez une fois les noms de cent plantes, et restez plusieurs années sans y penser, vous constaterez que vous aurez presque tout oublié; au contraire, évoquez le nom de telle ou telle plante chaque fois que vous la verrez, et, sans acquisition extérieure

nouvelle, vous garderez votre souvenir comme au premier jour, et vous le garderez plus tenace, plus complètement, plus solidement acquis.

La supériorité globale de la mémoire est donc fonction, pour une grande part, d'une activité mentale constamment en jeu dans les directions les plus diverses. Et la supériorité évocatrice de la mémoire humaine, en général, est aussi étroitement liée à la plus ou moins grande permanence de cette activité.

Mais, s'il en est ainsi pour la mémoire globale, en ce qui concerne les supériorités partielles, souvent écrasantes, et accompagnées d'ailleurs d'une infériorité manifeste dans les domaines voisins, celles-ci exagèrent la spécialisation d'un type mnémonique, particulièrement fort, mais aussi particulièrement étroit.

Des preuves de supériorité particulière ont été souvent données : le cas d'Horace Vernet faisant de mémoire, après deux ou trois visites, le portrait remarquablement ressemblant du frère Philippe, celui de Gustave Doré faisant pour un éditeur, avec une grande exactitude, un dessin d'après une photographie qu'il n'avait vue que quelques instants, ayant oublié de l'emporter, manifestent une persistance étonnante des images visuelles.

Certains grands calculateurs, outre l'éducation professionnelle, utilisent une mémoire visuelle des chiffres très développée, comme Diamandi, très bien étudié par Binet[1], ou comme Mlle Diamandi, sa sœur, qui a été examinée récemment par Manouvrier[2]. La part de l'éducation semble d'ailleurs avoir joué un

1. L. Binet. *Psychologie des grands calculateurs et des joueurs d'échecs*, 1894.

2. L. Manouvrier. Mémoire visuelle, visualisation colorée, calcul mental. *Bull. et Mém. de la Soc. d'Anthropol.*, 1908, p. 584-644.

rôle considérable dans la virtuosité de ces deux calculateurs, car leur mémoire immédiate des chiffres ne dépasse pas énormément la moyenne.

M[lle] Diamandi apprend un carré de 25 chiffres en une à trois minutes, or, sur une cinquantaine d'étudiants quelconques en psychologie examinés au laboratoire de psychologie expérimentale des Hautes Études, les temps d'acquisition de 30 chiffres ont varié entre 2 minutes 18 secondes, et 10 minutes 40 secondes, pour tous ceux qui allèrent jusqu'au bout de ce pénible effort. Diamandi apprenait, grâce à une seule lecture, 18 chiffres (en 9 secondes environ), ce qui constitue, incontestablement, une supériorité; mais, parmi mes élèves encore, à côté de mémoires débiles ne retenant pas plus de 5 à 6 chiffres dans ces conditions, la plupart se souvenaient de 10 chiffres environ, quelques-uns atteignaient 13 à 14 après une seule lecture. Et Binet a déjà noté que 4 enfants sur 100 qu'il avait examinés retenaient de 12 à 15 chiffres.

En revanche, la supériorité du calculateur Inaudi était beaucoup plus manifeste, puisque, grâce à un effort intense d'ailleurs, il arrivait à retenir jusqu'à 42 chiffres après une seule audition; comme la difficulté d'acquisition augmente très vite, ainsi que nous l'avons déjà signalé, avec le nombre des éléments à retenir, il y a là une particularité étonnante, avec une spécialisation bien curieuse, puisque le même homme ne pouvait retenir que 5 à 7 lettres, à peine autant que la moyenne des individus.

La mémoire des chiffres d'Inaudi, comme Binet l'a établi, n'était, d'ailleurs, pas visuelle, mais auditive, et les faits de mémoire auditive surprenants sont aussi connus que ceux de mémoire visuelle : Trousseau citait le cas d'un étudiant en médecine d'intelligence médiocre et de mémoire faible, mais qui, après avoir entendu une seule fois un opéra, jouait sur son

violon tous les airs principaux[1]; l'exemple de Mozart notant le *Miserere* de la Chapelle Sixtine après l'avoir entendu deux fois, est partout cité.

Mais le fait le plus curieux et le plus précis concerne l'enfant prodige qui fut présenté à Paris par Richet au Congrès international de Psychologie de 1900 : il s'agissait d'un enfant âgé de trois ans sept mois, Pepito Rodriguez Aniola, qui jouait une vingtaine de morceaux par cœur, harmonie et mélodie, sans les avoir appris comme mécanisme moteur, mais seulement après les avoir entendus, et qui savait jouer un ensemble d'une trentaine de mesures dès qu'il l'avait entendu deux ou trois fois; après qu'il eut entendu chanter cinq ou six fois une mélodie très compliquée, il se montra capable de la répéter au piano dans ses parties essentielles.

C'est à deux ans et demi que se manifesta spontanément son invraisemblable précocité musicale : il se mit à jouer un morceau qu'il avait entendu jouer à sa mère. A côté de cela, la mémoire courante de l'enfant n'avait rien d'exagéré, et il ne savait pas lire; mais, en revanche, il se reconnaissait fort bien dans des gribouillis qui lui servaient de notation musicale.

Le plus gros problème suscité par ce cas extraordinaire est peut-être moins dans la mémoire auditive elle-même que dans la réussite immédiate du mécanisme du jeu au piano permettant la réalisation motrice de l'air entendu; la mémoire motrice était évidemment fantastique, car un morceau joué n'était, paraît-il, plus oublié, mais, en outre, pour que le jeu ait été correct dès la première fois, il faut, de toute nécessité, supposer des mécanismes associatifs déjà préétablis, une transmission héréditaire seule

1. TROUSSEAU. *Clinique médicale de l'Hôtel-Dieu*, 6e édit., p. 720.

susceptible de faire comprendre l'absence d'acquisition individuelle[1] !

§ 3. — LES VARIATIONS ONTOGÉNIQUES.

Il est de fait que certains mécanismes moteurs sont en quelque sorte prédéterminés chez l'enfant et que ce qui paraît être une acquisition individuelle est beaucoup plutôt un rappel qui fortifie des associations, des habitudes, sans les créer véritablement; l'enfant sait congénitalement sucer le sein, il apprend à marcher comme le jeune oiseau à voler, mais les progrès rapides indiquent bien que, ce qu'il apprend, il le savait déjà dans une certaine mesure.

Mais comment se comporte, au cours du développement individuel, au cours de l'ontogénèse mentale, la mémoire proprement dite, le pouvoir d'acquisition, de rétention et de reproduction?

Il semble, à cet égard, exister un désaccord entre l'opinion commune, d'après laquelle l'enfant a une excellente mémoire qui ne fait que décroître avec l'âge, et les résultats de nombreux expérimentateurs, tous concordants, et qui démontrent que la mémoire se perfectionne progressivement jusqu'à l'âge adulte.

1. Cf. Ch. Richet. Note sur un cas remarquable de précocité musicale. *IVe Congrès international de Psychologie*, *1900. Comptes rendus des séances*, p. 93-99. M. Richet déclare que toute explication du fait est impossible.

Beaucoup moins extraordinaire est le cas d'un jeune homme qui, sans avoir sérieusement appris la musique, était capable, dans une sorte d'inspiration, de jouer des airs « à la manière de » Beethoven, Bach, Mozart, etc., faits de réminiscences, mais emaillés de fautes d'harmonie. Placé dans un milieu spirite, ce jeune homme croyait d'ailleurs n'être qu'un médium par l'intermédiaire duquel les esprits des musiciens disparus revenaient composer encore. J'ai eu l'occasion de l'étudier à l'Institut général psychologique, il y a quelques années, avec MM. Pierre Bonnier et Courtier.

Mais nous allons montrer que ce désaccord n'est qu'apparent, et qu'il tient à ce qu'on n'entend pas constamment la même chose quand on parle de mémoire. Il faut toujours en revenir aux distinctions classiques que nous avons rappelées dans le chapitre précédent. Même en ne s'occupant pas du bagage mental, qui s'accroît évidemment avec l'âge, il faut bien distinguer ce qui relève de l'acquisition, et que la mémoire immédiate permet d'étudier, et ce qui concerne la persistance des souvenirs acquis.

Dans les premiers jours de la vie extra-utérine, la mémoire sous toutes ses formes paraît presque nulle; le développement cérébral n'est pas achevé, et la persistance des impressions ne dépasse guère la durée des actes physiologiques les plus simples. A la naissance, en effet, seules seraient capables de fonctionner les zones cérébrales dites de projection, parce qu'elles contiennent les cellules d'où partent les fibres motrices centrifuges, et les cellules en connexion avec les terminaisons des fibres sensorielles ascendantes.

Ce n'est qu'au bout de quatre mois que s'achève la myélinisation des fibres associatives cérébrales, que se termine ce processus d'enveloppement des fibres par une matière grasse qui donne à la substance blanche son aspect ivoiré caractéristique, et qui apparaît lorsque les fibres deviennent capables de fonctionner.

Mais, au bout de quatre mois, le cerveau a presque entièrement terminé son développement essentiel, et il ne reste plus, en particulier, qu'un petit nombre de fibres se myélinisant lentement jusque vers le summum de l'âge adulte, c'est-à-dire vers quarante ans.

Au point de vue fonctionnel, on constate déjà des influences mnémoniques vers le troisième mois. Les persistances qu'on constate auparavant paraissent purement organiques; mais, à la quatorzième semaine, Baldwin nota chez une enfant que l'éclat d'une allu-

mette enflammée arrêtait les cris de sa faim, bien qu'il n'y eût là que le signal habituel de préparation de sa nourriture[1]; c'est un phénomène d'anticipation, que nous avons déjà cité, caractéristique de ce qu'on appelle la mémoire associative; le cas est très analogue à celui de Tiedemann, que cite Perez, d'une enfant de cinq mois, dont les cris cessaient dès que sa nourrice mettait son manteau, signe précurseur de la promenade[2].

Très semblable est encore ce fait, constaté, comme pour le premier, à la quatorzième semaine, d'un enfant chez qui l'odeur des fleurs provoquait des mouvements de succion, tout simplement parce que sa nourrice avait généralement à son corsage un bouquet dont il aspirait les émanations en tétant.

Dès quatre mois et demi, un enfant reconnaît, en général, sa nourrice rien qu'à la voir, et la retrouve bientôt par la voix, au milieu d'autres revêtues d'un costume semblable.

Les souvenirs, ensuite, deviennent plus nombreux et l'acquisition des premiers termes du langage commence souvent au cours de la première année, avec de grandes différences individuelles dans la précocité et la rapidité du développement. Mais bien que, dans cette période de formation, la plasticité paraisse devoir être considérable, en réalité, la mémoire sous toutes ses formes semble débile, l'oubli rapide : un enfant de dix-sept mois, revoyant son père après un mois d'absence, s'effraya et se mit à éclater en sanglots comme devant un inconnu[3].

D'autre part, les premières années de la vie, quand on se remémore, à un certain âge, les étapes de son

1. Baldwin. *Le développement mental*, trad. fr., p. 111.

2. Bernard Perez. *La psychologie de l'enfant* (*les trois premières années*), 2e édit., 1882, p. 157.

3. Cramaussel. *Le premier éveil intellectuel de l'enfant*, 1908, p. 32.

existence, paraissent généralement vides. On retrouve quelques souvenirs qui émergent isolément d'un grand trou noir. Et les images qui reviennent ainsi ne remontent jamais jusqu'à la première année, à ma connaissance du moins; on cite, comme un cas exceptionnel déjà, le souvenir d'un adulte *reconnaissant* un château qu'il n'avait vu qu'une fois, âgé de seize mois[1]; et Perez indique aussi le fait d'un enfant reconnaissant un village qu'il avait quitté à vingt mois.

Peut-être, évidemment, ces lacunes tiennent-elles aux difficultés croissantes de l'évocation lorsque l'orientation de l'esprit, les associations habituelles, sont entièrement différentes de ce qu'elles étaient dans une mentalité enfantine, et Perez a soutenu cette idée avec beaucoup de vraisemblance; la reconnaissance de choses vues seulement pendant l'enfance permettrait même sans doute, si on l'explorait systématiquement et si les circonstances s'y prêtaient, de s'assurer d'une persistance réelle de souvenirs considérés comme évanouis.

Mais il ne faut pas exagérer non plus la vivacité des souvenirs enfantins isolés qu'on arrive à se rappeler, et dont on est tenté de conclure à une mémoire de fixation extraordinaire au cours de ces toutes premières années. En effet, comme le nombre de ces souvenirs est très petit, qu'il se réduit parfois à un ou deux, toutes les fois qu'on songe à son enfance, on les évoque et ainsi on les « repasse », on les rapprend, comme nous l'avons dit. Et cela ne va pas sans de multiples déformations, car le fait de répéter des images sans l'aide des faits extérieurs favorise l'introduction d'éléments associés qui, fréquemment répétés, paraissent aussi sûrs que les éléments réellement empruntés à l'événement passé[2].

1. CARPENTER. *Mental Physiology*, p. 431. Cité par RIBOT.

2. La confusion des faits réellement perçus et des événements imaginaires, la déformation des souvenirs, est extrême-

La fragilité de la mémoire dans cette première période de l'existence paraît être bien réelle[1], et, si l'on a peine à évoquer les souvenirs qu'on a pu y acquérir, c'est en grande partie parce que ces souvenirs sont extrêmement affaiblis, et que nous n'arrivons pas à retrouver ces lueurs incertaines, que nous ne réussirions à voir que si nous nous trouvions tout près d'elles.

Il y a toute une partie du développement où la fixation cérébrale ne s'effectue pas encore dans les conditions optima. Peut-on comparer cette mémoire incertaine à la mémoire animale? Certes non, car un adulte ne peut pas être assimilé à un organisme qui, psychologiquement, doit encore être considéré comme un embryon.

On est toujours tenté de comparer le développement phylogénique à l'ontogénèse, et de rechercher chez l'enfant des stades qui correspondent à tel ou tel degré de l'échelle animale. Malheureusement, la loi de la récapitulation évolutive se montre pratiquement incapable de fournir des suppositions particulières vérifiables, à cause de l'influence énorme qu'exercent

ment développée chez beaucoup d'enfants anormaux, de débiles, que l'on peut accuser souvent de mensonge, alors qu'ils sont de bonne foi dans leurs récits que Dupré qualifie de mythomaniaques. Ce fait a été constaté nettement en particulier par Ida Faggiani d'après des expériences (La memoria nei bambini normali, e nei deficienti. *Atti del V° Congr. int. di Psicol.*, Roma, 1905, p. 609.)

1. Cette fragilité de la mémoire est affirmée par de nombreux auteurs : G. Lindner, qui étudie des enfants à la 37[e] semaine (*Aus dem Naturgarten der Kindersprache*, 1898); Stern, qui indique comme limites de la mémoire, non sans arbitraire à coup sûr, quelques jours à 2 ans, quelques semaines à 3 ans, quelques mois à 4 ans, et une année environ à 5 ans (Kinderpsychologie. *Zeitschrift für Psychologie*, 1906); quant à Groos, qui déclare que la mémoire des enfants est trois fois plus faible que celle des adultes, avec Meumann, il envisage la mémoire d'acquisition sur laquelle nous reviendrons (*Das Seelenleben des Kindes*, 1904).

sur les conditions de vie et sur le développement les circonstances immédiates : l'adaptation au milieu actuel prédomine toujours et masque l'état d'équilibre ancestral.

Et, d'autre part, l'évolution zoologique est si complexe que la descendance exacte des espèces est bien loin encore d'être connue. Aussi, et comme les phénomènes fonctionnels sont plus encore sous la dépendance du milieu que les aspects morphologiques, il n'est guère possible de comparer utilement l'enfant aux animaux, et ce n'est que par curiosité qu'il vaille de mentionner les observations de Katz et Révész :

Ces auteurs notèrent qu'à trois ans seulement des enfants parvenaient à apprendre, devant des jetons différents étalés en ligne, à n'en saisir qu'un sur trois, les autres étant collés, résultat qui, comme nous l'avons signalé, est atteint très rapidement par les poules, d'après les expériences analogues faites avec des grains de blé.

Nous ne conclurons certes pas de ce fait qu'à trois ans l'enfant est au stade mental, ni même au stade mnémonique de la poule ! Mais les variations continues de la mémoire humaine sont intéressantes par elles-mêmes, au delà de cette période un peu confuse des trois premières années.

Jusqu'à six ou sept ans, les acquisitions durables apparaissent déjà très nombreuses, et la mémoire scolaire semble se développer progressivement, bien qu'en l'absence d'expériences précises les notions à cet égard restent incertaines : Perez note que, pour apprendre une fable de Florian, le temps nécessaire diminue avec l'âge, et que les différences individuelles, d'abord très faibles, tendent à s'accentuer. C'est vers huit ans que les progrès à cet égard seraient le plus rapides.

A partir de huit ans, âge scolaire, des expériences sur l'acquisition des souvenirs montrent que le progrès est continu et que le nombre moyen de chiffres, de lettres, de mots, qui peuvent être retenus après une seule lecture croît avec l'âge; c'est un résultat très net des expériences de MM. Binet et Henri [1] effectuées sur des enfants d'école de huit à treize ans, et de celles de M. Bourdon [2], d'après lesquelles le progrès, rapide entre huit et quatorze ans, continue encore, mais très peu sensible, entre quatorze et vingt ans.

L'acquisition des souvenirs atteindrait son maximum d'intensité chez les adultes.

Cependant divers auteurs fixent ce maximum à l'époque de la puberté; l'arrêt du progrès mnémonique se produirait à quinze ans, d'après Meumann, pour passer ensuite à une période de décroissance insensible [3]. C'est vers cet âge aussi que Weszely a constaté le plus grand pouvoir d'acquisition de la mémoire [4], tandis qu'Ebbinghaus, dans son auto-observation continuelle, remarqua les principaux progrès entre treize et quinze ans, avec maximum à la maturité, en plein développement somatique, sans décroissance appréciable jusqu'à cinquante ans.

Pohlmann explique ce désaccord apparent, en montrant qu'après la puberté il y a une période de décroissance, qui a été constatée par les divers auteurs fixant vers quinze ou seize ans le maximum mnémonique; mais, quand on poursuit les mesures au delà de cet âge scolaire, on constate de nouveaux progrès;

1. A. Binet et V. Henri. La mémoire des mots. *Année psychologique*. 1895, t. I, p. 1-25.
2. C. Bourdon. Influence de l'âge sur la mémoire immédiate. *Revue Philosophique*, 1894, t. XXXVIII, p. 148-167.
3. Meumann. *Experimentelle Pädagogik*, 1907, t. I, p. 192 sqq.
4. R. Weszely. Zur Frage der Auswendiglernens. *Neues Jahrbuch für Klass. Alterth. und für Pädagogik*, 2 Abth., t. XVI, 1905.

à vingt ans, la valeur est la même qu'à quinze, et l'accroissement peut continuer[1].

Or, la plupart des auteurs ont cessé leurs mesures à partir de dix-huit ans, et ont cru avoir atteint le maximum à cause de la décroissance passagère, comme Netschajeff[2], qui trouve à seize ans pour les garçons et à dix-sept ans pour les filles le maximum de la mémoire concrète des objets et des bruits, à quinze ans et demi et seize ans et demi pour la mémoire verbale des mots. — Ces mesures sont des moyennes, et il peut naturellement se rencontrer beaucoup de différences individuelles. Mais le fait de l'accroissement général de la mémoire au cours de la période de croissance est absolument établi, et trouve confirmation dans bien d'autres recherches, de Bolton[3] et de Hawkins[4], par exemple.

Quelle est exactement la part de l'exercice dans ce progrès? C'est ce qu'il est plus difficile de déterminer: Perez note bien que, dans les classes, des enfants qui se sont mis tardivement à l'étude atteignent très rapidement, pour la rapidité d'acquisition, le niveau de ceux qui y sont exercés depuis plusieurs années,

1. Pohlmann. *Experimentelle Beiträge zur Lehre von Gedächtniss*, Berlin, 1906.

2. A. Netchajeff. Experimentelle Untersuchungen über die Gedächtnissentwickelung bei Schulkindern. *Zeitschrift für Psychologie*, 1900, t. XXIV, p. 321-351. — Zur Frage der Gedächtnissentwickelung, etc. *IVe Congrès int. de Psychol.*, Paris, 1900, p. 421-426.

3. Thaddeus L. Bolton. The growth of memory in School-children. *American Journal of Psychology*, 1892, t. IV, p. 362-380.

4. Ch. J. Hawkins. Experiments on memory types. *Psychological Review*, t. IV, 1897.

Cet auteur a constaté en outre qu'au fur et à mesure de l'âge, les mots présentés simultanément sont de mieux en mieux retenus. Les séries successives ont l'avantage jusqu'à 11 ans, et, après une période d'égalité, perdent cet avantage à partir de 15 ans.

et cela indique que le développement mental intervient pour une part dans le progrès, mais que c'est, en somme, l'exercice qui permet au progrès de s'effectuer.

Et il y a, au cours de l'enfance, une véritable éducation de la mémoire qui n'est certes pas encore rationnelle, mais qui a une incontestable efficacité. On apprend à apprendre, et ce perfectionnement particulier, dont nous avons signalé un exemple chez le singe, mériterait d'être l'objet d'une étude sérieuse de la part des pédagogues[1].

Mais qu'éduque-t-on dans la mémoire? Ce n'est sans doute pas la conservation des souvenirs; car, s'il est vrai, — comme le montre la courbe en escalier de l'acquisition caractéristique de l'autocatalyse, — qu'il existe un entraînement momentané dans la fixation des souvenirs, rien ne permet, en revanche, de supposer que, plus on emmagasine de souvenirs et mieux ceux-ci se trouvent logés, on est plutôt amené à penser le contraire.

Mais l'acquisition, avons-nous dit, s'effectue d'autant mieux que l'effort d'attention est plus intense. Et toutes les fois qu'on exige un effort de mémorisation, qui n'a rien d'agréable, il faut que le sujet prête volontairement une attention soutenue; et, selon la concentration de l'attention, les résultats seront très différents. Or, il est bien certain que l'attention volontaire est encore très faible chez les jeunes enfants et qu'elle se développe avec l'âge jusqu'à l'état adulte.

Et, si l'on trouve que la mémoire des adultes est supérieure à celle des écoliers, c'est qu'on s'adresse à des individus instruits et accoutumés à l'effort intellectuel; si l'on expérimentait sur des gens n'ayant

1. L'utilité de ces préoccupations pratiques a été très bien mise en lumière par l'excellent petit ouvrage suivant de Van Biervliet : *Esquisse d'une éducation de la mémoire*, in-16, 1904.

pas gardé après l'école le souci permanent de l'étude, on trouverait sans aucun doute une infériorité qui tiendrait à une plus ou moins grande paresse intellectuelle. On doit apprendre à faire effort, à donner un maximum d'attention, et on doit aussi « savoir faire attention », car il y a des manières d'apprendre plus fructueuses les unes que les autres, et celui qui connaît la meilleure, ou qui empiriquement a eu la chance d'employer celle-là, peut, par là même, montrer une certaine supériorité[1].

Cela explique que l'exercice d'une mémoire spéciale puisse avoir des effets généraux, comme on l'a constaté : on éduque en effet son attention, sa manière d'acquérir, on arrive plus facilement à diriger l'orientation de son esprit, et ce sont là des gains qui ne se limitent pas à une forme de mémoire particulière[2].

Ainsi l'éducation scolaire développe dans une certaine mesure — qui pourrait être plus large — l'art d'apprendre, et les progrès de l'âge justifient la maîtrise de soi, le pouvoir d'attention volontaire impliqué dans cette acquisition des souvenirs qui peut être objet d'expérience.

Cette influence de l'âge sur l'attention se marque également — sans qu'il y ait action parallèle des progrès scolaires — chez les animaux. Yerkes a constaté, en effet, que la mémoire associative faisait des progrès réguliers du premier au dixième mois chez les

1. En ce qui concerne les méthodes d'acquisition, de « mémorisation », voir : V. Henri. Education de la mémoire. *Année psychologique*, 1901, t. VII, p. 1-8. — J. Larguier des Bancels. Les méthodes de mémorisation. *Année psych.*, 1902, t. VIII, p. 184-203. — H. J. Watt. *The Economy and Training of Memory*, 1909, 229 p.

2. Cf. en particulier W. F. Dearborn. The general Effects of special Practice in Memory (Proceed. of 17e Meeting of American Psychological Association). *Psychological Bulletin*, 1909, t. VI, n° 2.

souris japonaises ; et, pour la discrimination visuelle, si les jeunes apprenaient plus vite pour des différences faciles, les vieux reprenaient nettement l'avantage quand la distinction était difficile[1].

Ce sont là des faits remarquablement concordants. Ce qui se développe avec l'âge, ce n'est pas tant la mémoire elle-même que l'attention.

On voit que les résultats expérimentaux ne contredisent pas l'opinion courante d'après laquelle la mémoire est au contraire maxima dans l'enfance, mises à part les premières années, et ne fait que diminuer avec l'âge. La mémoire est envisagée alors, non au point de vue du total des souvenirs emmagasinés, ni du pouvoir d'évocation associative, dont le développement au fur et à mesure des années est indéniable, mais au point de vue de la persistance des acquisitions mnémoniques.

Biervliet qui, comme Wundt[2], attribue au progrès de l'attention le développement apparent de la mémoire avec l'âge, expose très clairement la distinction qu'il est nécessaire de tracer : « Quand on réfléchit, dit-il, à l'immense quantité d'images que l'enfant emmagasine dans ses centres comme en se jouant, et à l'effort que doit faire un adulte pour fixer des souvenirs, on arrive naturellement, semble-t-il, à cette conclusion : c'est que la mémoire de fixation depuis l'enfance jusqu'à la vieillesse va en diminuant d'une certaine manière et en augmentant d'une autre manière : la plasticité diminue, le pouvoir d'attention augmente. A mesure que l'être humain avance en âge, tous ses tissus deviennent plus durs, partant plus

1. Robert M. Yerkes. The relation of Age, Sex and Condition of Stimulation to Habit Formation in the Dancing Mouse (17e Meeting of Amer. Psych. Assoc.). *Psychological Bulletin*, t. VI, p. 38-39.

2. Wundt. *Grundzüge der physiologischen Psychologie*, 1903, 5e édit., t. III, p. 594.

élastiques, et par conséquent les déformations qu'y produisent les images tendent plus aisément à s'effacer; par contre l'attention, en se portant sur une image déterminée l'avive, et peut ainsi, non seulement contre-balancer la diminution de plasticité des centres, mais aller au delà »[1].

On était bien en droit de supposer, en effet, d'après les constatations habituelles, que la plasticité mnémonique de l'enfant était plus grande et ne pouvait que diminuer progressivement; or, cette hypothèse a été démontrée par des expériences très concluantes d'un élève d'Ebbinghaus qui a employé la méthode de ce regretté psychologue :

Cette méthode consiste à déterminer combien, un temps donné après un certain nombre de lectures d'une série de syllabes, il faut encore de lectures pour retenir la série; connaissant le nombre de lectures nécessaire pour apprendre une série nouvelle, on connaît l'économie réalisée pour l'acquisition d'une série qui, une heure ou un jour auparavant, a été l'objet d'une, de deux, ou de trois lectures. Cet effet consécutif des lectures antérieures permet d'apprécier numériquement la persistance de la trace mnémonique qu'elles ont laissée, au bout d'un temps variable.

Or, en employant cette méthode, l'auteur a constaté que, si, comme on l'avait déjà maintes fois constaté, la rapidité d'acquisition d'une série de syllabes croissait avec l'âge, en revanche la persistance de l'effet des lectures antérieures était maxima chez les jeunes enfants et ne cessait de diminuer au fur et à mesure des années[2].

La conservation est donc d'autant mieux assurée,

1. Biervliet. *La Mémoire*, p. 117.

2. J. Radossawljewitsch. Das Behalten und Vergessen bei Kindern und Erwachsenen nach experimentellen Untersuchungen. *Päd. Monographien*, 1907, t. I.

toutes choses égales d'ailleurs, que la substance cérébrale est plus plastique, dans une période de croissance où le métabolisme cellulaire est particulièrement intense. Les premiers souvenirs sont les mieux fixés, et une persistance durable est obtenue à moins de frais, avec moins d'effort, chez les enfants que chez les adultes.

Aussi devrait-on souvent prendre garde de meubler davantage l'esprit des enfants avec des connaissances utiles, plutôt que de les encombrer de niaiseries dont ils n'arriveront pas à se défaire, qu'ils ne réussiront pas à oublier. Et il faut aussi se rappeler que, la fixation exigeant la participation de l'attention, tout ce qui éveille l'attention spontanée, tout ce qui *intéresse* se fixe avec une intensité particulière; savoir profiter de l'intérêt pour instruire est une règle pédagogique qu'on préconise à l'heure actuelle à juste titre[1]. Mais il ne faut pas oublier non plus que l'éducation de l'attention volontaire est un autre point de vue, qui n'est pas négligeable, car les nécessités de la vie obligent à chaque instant à des efforts mentaux ennuyeux; et il faut apprendre à vaincre l'ennui.

En résumé, de l'enfant à l'adulte, on voit la conservation des souvenirs devenir plus précaire, plus fugace, cependant que la fixation volontaire s'effectue mieux; d'autre part, la somme des souvenirs s'accroît, et enfin, outre l'acquisition, l'utilisation mnémonique devient très supérieure, grâce à la multiplication des liens associatifs, multiplication corrélative du fonctionnement mental, et génératrice d'une évocation plus sûre.

Les liaisons, les enchaînements de termes, sont encore assez fragiles chez les enfants; on ne trouve

1. Voir en particulier Ed. Claparède. *Psychologie de l'enfant et Pédagogie expérimentale.*

guère chez eux ces couples associatifs, ces clichés, ces « réactions privilégiées », comme disent les auteurs allemands, que nous avons signalées dans le chapitre précédent[1].

Et la principale raison de la supériorité des enfants pour l'acquisition des langues tient à la faiblesse des associations qui ne se sont répétées encore qu'un petit nombre de fois : chez l'adulte, tout objet, tout cours de pensée, éveille des mots déterminés avec une force irrésistible; il est dès lors très difficile de diriger sur des mots différents le courant associatif, de donner à de nouveaux liens une force suffisante pour que l'enchaînement ne se produise pas malgré tous les efforts contraires.

A l'éveil de la peusée, les évocations peuvent se faire indifféremment dans les voies les plus diverses; un objet, une émotion, pourront trouver leur expression dans des termes empruntés à plusieurs langues; c'est une éducation du langage un peu plus longue, un peu plus compliquée, mais qui n'est pas beaucoup plus difficile que lorsqu'il s'agit d'une langue unique : tout se passe comme s'il y avait beaucoup de termes synonymes à acquérir et à connaître.

Et l'échec de l'enseignement scolaire des langues vivantes au point de vue de la pratique orale, cet échec si complet jusqu'à ces dernières années, a tenu à la méconnaissance absolue des lois psychologiques : on ne visait qu'à créer des associations entre termes de deux langues, étrangère et maternelle, au moyen d'exercices de traduction, thèmes et versions, et l'on faisait apprendre des vocabulaires de mots que les élèves récitaient sans broncher comme des fables de La Fontaine, les termes successifs s'associant les uns les autres; aussi tel, considéré comme expert en langue allemande, qui

1. Cf. en particulier Gertrud Salling. Assoziative Massenversuche. *Zeitschrift für Psychologie*, t. XLIX, p. 238-253.

savait à coup sûr énumérer : « Kuh, la Vache; Affe, le Singe; Löwe, le Lion, etc. », se trouvait totalement incapable, en présence d'une vache en chair et en os, d'en évoquer le nom germanique.

L'enfant apprendra plusieurs langues comme une seule, — mais par l'établissement de liens associatifs identiques, au nombre près, — à une époque où la plasticité mentale est très grande; et, lorsque l'évocation volontaire est encore rudimentaire, on dirige à son gré l'appel des mots de telle ou telle langue chez le jeune enfant suivant celle dont on use soi-même : Maudsley avait déjà noté que de jeunes enfants ayant appris plusieurs langues ne pouvaient répondre qu'en employant celle qui leur était parlée[1].

Plus tard les associations sont plus complexes, plus riches, et l'évocation volontaire arrive à se faire plus ou moins facilement dans le sens désiré.

Mais la supériorité de la mémoire enfantine, aussi bien pour la persistance des souvenirs, quels qu'ils soient, que pour l'acquisition de liens associatifs nombreux et variés[2], apparaît très nettement, tout autant que la supériorité du pouvoir d'acquisition volontaire et d'utilisation des souvenirs chez l'adulte.

Au fur et à mesure de l'âge, chez l'individu qui se trouve au déclin de la vie, la persistance des acqui-

1. Maudsley. *Physiologie de l'esprit*, p. 216.

2. La part des associations datant de l'enfance parmi celles qui sont le plus stables chez l'adulte, a été mise en lumière par des expériences anciennes de Galton (Psychometric experiments. *Brain*, 1879, t. II, p. 149-162), qui rechercha, en mesurant le temps intervalle avec un chronographe, quels étaient les deux premiers termes qui s'associaient à 75 mots écrits sur des papiers, et présentés chacun 4 fois. Il trouva dans 124 cas l'époque de formation de l'association; 48 dataient de la jeunesse et 57 de l'âge adulte; les autres étaient toutes récentes.

Des 48 premières 12 avaient été répétées 4 fois (sur 29 répétées ce nombre de fois), 11 l'avaient été 3 fois (sur 36) et 15 l'avaient

sitions nouvelles diminue graduellement, et, chez le vieillard dont la pensée est souvent toute de mémoire et ressasse inlassablement des faits du temps passé, la mémoire apparaît très diminuée, parce que la fixation tend à devenir impossible.

Le métabolisme cellulaire devient de plus en plus défectueux et les modifications cérébrales corrélatives de l'acquisition d'un souvenir nouveau sont de plus en plus difficiles.

La mémoire immédiate est moins vite atteinte, mais la persistance des influences antérieures devient vite inappréciable.

Malheureusement, la mémoire des vieillards a été, bien moins que celle des enfants, objet d'études systématiques, et l'on manque encore de données assez précises.

Mais le fait de l'évanouissement rapide des souvenirs récents est tellement banal chez le vieillard atteint de sénilité qu'on cite toujours la vieillesse comme la principale cause d' « amnésie continue », cette perturbation mnémonique consistant justement dans l'oubli immédiat des événements, au fur et à mesure de leur succession, à partir d'un moment donné, les acquisitions antérieures ne se trouvant aucunement atteintes.

été 2 fois (sur 57). La force de l'association était en rapport avec son ancienneté, ce qui n'est pas pour étonner, car les répétitions ne pouvaient que l'avoir constamment fortifiée.

Wundt, dans des expériences analogues, nota que sur 44 associations, 25 (soit 57 p. 100) étaient antérieures à 17 ans, 14 (soit 32 p. 100) dataient d'une période entre 17 et 25 ans et 5 (soit 11 p. 100) seulement étaient postérieures à cet âge. (Cf. Trautscholdt : Experimentelle Untersuchungen über die Association der Vorstellungen. *Psychologische Studien*, t. I, 1881, p. 213-250)

§ 4. — LES VARIATIONS PATHOLOGIQUES[1].

L'*amnésie* continue sénile apparaît presque normalement au cours d'une évolution individuelle assez longue, mais certains auteurs la diraient pathologique, qui considèrent la vieillesse comme une maladie.

Cette amnésie se rencontre en tout cas dans un grand nombre de circonstances anormales et qui peuvent, avec plus ou moins d'exactitude, être considérées comme morbides ; nous en avons déjà cité un exemple dans l'asphyxie commençante, et les expériences de Speck sont très probantes à cet égard :

Lorsque la tension d'oxygène dans l'air inspiré descend au-dessous de 8 pour 100, toute acquisition de souvenir devient absolument impossible, le métabolisme de fixation étant empêché.

L'absence de fixation apparaît aussi très tôt dans l'affaiblissement intellectuel des démences organiques où, pour une raison quelconque, l'écorce se trouve atteinte dans son intégrité histologique.

Enfin il peut exister des cas où, par suite de troubles passagers, abolissant la perception, les phénomènes extérieurs ne peuvent dès lors s'enregistrer dans l'organisme : l'individu, comme absorbé par une distraction intense, a véritablement dans ce cas « des yeux pour ne point voir et des oreilles pour ne point entendre », par exemple au cours de ces « absences » qui caractérisent le vertige épileptique.

Mais on peut croire parfois à l'absence complète de fixation d'un souvenir parce que l'évocation volontaire des faits qui se sont passés pendant une période de temps est impossible, alors que le souvenir existe bien, comme le prouve parfois une réapparition spontanée autant qu'inattendue.

1. Pour cette question, consulter l'excellent et toujours actuel petit traité de Th. Ribot. *Les Maladies de la mémoire*.

C'est ainsi qu'on cite des cas d'épileptiques qui purent se rappeler quelques particularités survenues au cours d'une de leurs crises, alors que l'on croit généralement, dans ces états convulsifs, à une suppression complète des phénomènes mentaux.

Cette apparente incapacité d'acquérir des souvenirs est surtout très trompeuse dans les états de somnambulisme, car le sujet au réveil est incapable de se remémorer même qu'il a été endormi, tout comme un opéré qui, ramené à son lit, et revenu de son anesthésie, demande si on le chloroformera bientôt; mais, dans un nouveau somnambulisme, les faits survenus au cours du précédent peuvent être objet de souvenirs très précis.

Et, ce qui caractérise les états dits de double personnalité alternante, c'est justement ce fait que, dans un état, c'est une certaine catégorie de souvenirs qui peuvent être évoqués, dans l'autre état, une catégorie différente, en sorte que chacun d'eux a sa trame mnémonique propre dans laquelle s'effectuent les associations, et qu'une large déchirure sépare ces deux tissus voisins de faits mentaux.

Il faut donc prendre garde de ne pas confondre l'amnésie de fixation, l'incapacité d'acquérir des souvenirs, avec l'amnésie d'évocation, l'incapacité de les remémorer.

L'amnésie d'évocation est particulièrement fréquente, et nous avons montré que, normalement, il existe un très grand nombre de souvenirs inutilisables parce qu'inévocables, et que la supériorité pratique d'une excellente mémoire consiste surtout dans une sûreté et une souplesse plus grande des processus d'évocation. L'influence des circonstances est considérable dans les phénomènes associatifs, et c'est pourquoi le retour de certains souvenirs ignorés peut apparaître si capricieux.

Capricieuses paraîtront aussi les raisons des échecs d'évocation. Mais, dans bien des cas on comprend parfaitement qu'un souvenir fixé ne puisse pas reparaître[1] : la réapparition exige en effet un lien associatif acquis avec un terme présent à la pensée et susceptible de redonner une vivacité nouvelle, un renouveau de vie, au souvenir ; or, si un fait reste isolé ou relié à des termes à peu près isolés eux-mêmes, l'évocation sera très difficile ou impossible. Si la continuité de la pensée ne relie pas un rêve, c'est-à-dire une chaîne d'associations, à certaines idées, à certaines perceptions courantes de notre vie mentale habituelle, le rêve ne pourra pas être évoqué, il sera pratiquement oublié.

Une amnésie d'évocation particulièrement nette concerne les périodes de demi-réveil comprises entre deux périodes de sommeil profond; les faits de ces quelques instants, isolés de la vie du rêve, et qui ne s'intègrent pas dans la série courante des phénomènes de la veille, ne peuvent à peu près jamais être remémorés au réveil définitif.

L'amnésie d'évocation apparaît aussi sous l'influence d'intoxications et surtout de traumatismes, où elle prend le caractère « rétrograde », c'est-à-dire qu'elle porte sur les faits précédant immédiatement le choc, l'accident, et s'étend plus ou moins en arrière; elle disparaît ensuite progressivement, et les souvenirs peuvent être évoqués à nouveau, en commençant toujours par les plus anciens.

Bien souvent on croit que l'amnésie a porté sur la conservation des souvenirs, on croit qu'il y a eu destruction complète des traces mnémoniques, tandis

1. Il peut exister des troubles de certaines voies associatives, alors que d'autres persistent intactes. Certains aphasiques sensoriels ne peuvent nommer un objet à la vue, des ciseaux par exemple, et réussissent très bien à trouver le mot lorsqu'ils manient et utilisent le même objet.

que la persistance est au contraire continue et que le rappel seul fait défaut.

C'est le cas dans beaucoup d'aphasies, où l'extrême rapidité de la rééducation du langage montre que, au cas même où il y aurait eu une légère atteinte des éléments en jeu dans la conservation des souvenirs, les souvenirs n'étaient en tout cas pas réellement abolis.

Une rééducation relativement rapide peut se rencontrer dans les cas où l'amnésie d'évocation est organique et où il y a eu destruction des voies associatives (amnésies ou aphasies de conduction). L'établissement de nouvelles associations, alors qu'il n'y a pas de conflit avec des enchaînements acquis, peut en effet être particulièrement hâtif.

Ce fait que l'absence d'évocation possible équivaut pratiquement — faute d'un moyen direct d'investigation cérébrale — à la perte complète du souvenir, doit rendre très prudent dans l'affirmation d'une telle perte [1].

1. C'est ce qui rend très délicate l'interprétation d'un grand nombre de cas d'aphasie ou d'amnésie verbale, portant plus ou moins exclusivement sur telle ou telle catégorie d'images des mots, motrices, auditives ou visuelles.

Je ne puis naturellement entrer ici dans le débat actuellement si complexe soulevé par les aphasies, où, autour d'une rectification aux localisations de Broca, se sont élevées des controverses qui ont montré parfois une méconnaissance excessive des faits psychologiques, telle que la négation arbitraire et injustifiable des images :

Il y a des images et elles ont un siège cérébral, mais il est difficile de déterminer avec précision ce dernier.

L'aphasie motrice, considérée comme une incapacité de retrouver les mouvements d'expression des mots, sans que la faculté motrice soit atteinte, n'est d'ailleurs qu'un cas particulier de l' « apraxie » de Liepmann, ou incapacité de refaire un geste, un acte, en l'absence de toute paralysie; l'agraphie ou incapacité d'écrire, survenue chez un lettré, rentre aussi dans cette catégorie d'amnésies où les images motrices sont atteintes ou du moins sont rendues inutilisables pour l'exécution des actes.

Mais il y a des cas de destruction organique où la disparition réelle devient indubitable. C'est en particulier le cas des amnésies progressives qui s'établissent au cours de la démence, et où la loi de régression de Ribot est constamment vérifiée : les faits les plus récents, les moins répétés, les moins bien acquis, disparaissent les premiers, comme plus fragiles, et les souvenirs les plus anciens ou les plus fréquemment évoqués, les habitudes solidement établies, surnagent très longtemps, sinon toujours.

Il existe donc aussi des amnésies de conservation, des destructions, des disparitions de souvenirs acquis, outre l'incapacité d'acquérir de nouveaux souvenirs, ou l'impossibilité d'en évoquer d'anciens ; mais la part de ces amnésies doit être minime, et elles ne sont possibles que lorsqu'il y a destruction organique de certaines régions de l'écorce cérébrale. L'amnésie, fonctionnelle ou organique, d'évocation, est certainement de beaucoup la plus fréquente.

C'est aussi dans les phénomènes d'évocation que peut apparaître l'*hypermnésie* : l'évocation de faits, enregistrés autrefois mais inconnus depuis lors, peut se produire sous l'influence de circonstances anormales ; certaines intoxications, susceptibles de diminuer ou d'abolir l'acquisition de nouveaux souvenirs, peuvent exciter assez les phénomènes d'association pour que, au cours d'une pensée riche et rapide, reviennent des faits « enterrés » en quelque sorte, et que les nécessités de la vie pratique maintenaient dans des régions obscures.

Les hommes actifs ne pensent qu'à ce qui présente un intérêt, une utilité actuelle ; la rêverie seule, désintéressée, oublieuse du présent, peut raviver des images, des émotions d'autrefois.

Un danger brusque de mort peut amener avec assez de force l'attention sur sa vie propre pour que les

années d'enfance évanouies reparaissent à l'esprit ; et l'on a décrit à maintes reprises ce qu'on a appelé la « vision panoramique » des mourants.

Enfin une hypermnésie d'évocation est quelquefois provoquée par la rêverie par excellence, celle qui est engendrée par l'opium, comme le décrit Quincey : « Les plus petits incidents de l'enfance, des scènes oubliées qui dataient des dernières années, étaient ressuscités. On ne peut dire que je les rappelais à la mémoire, car, si on me les avait décrits pendant mon état de veille, je n'aurais pu reconnaître en eux des fragments de mon existence passée. Disposés comme ils l'étaient devant moi, dans des rêves semblables à des intuitions, revêtus de tous leurs détails évanouis, de tous les sentiments qui les avaient accompagnés, je les reconnaissais immédiatement. »

Il s'agit là d'une exagération des phénomènes normaux constatables au cours de l'évocation habituelle, exagération qui, en des sens opposés, se rencontre dans tous les cas classés comme phénomènes d'amnésie ou d'hypermnésie d'évocation. Mais l'hypermnésie se borne à de tels faits, à l'inverse de l'amnésie ; on ne peut considérer en effet comme pathologiques les cas où, à l'instar d'un effort intense d'attention, une émotion violente fixe à jamais dans l'esprit une image d'une éclatante vivacité, image qui ne manque pas de réapparaître souvent, et, entretenue ainsi par les rappels successifs, ne pourra être oubliée.

En revanche il existe un trouble particulier de mémoire, qu'on appelle la *paramnésie*, et qui consiste en une fausse reconnaissance de faits nouveaux qu'on s'imagine retrouver parmi les événements écoulés, qu'on croit reproduire d'anciens souvenirs[1].

1. L'absence du sentiment d'ancienneté, de déjà vu, de reconnaissance, peut en revanche donner l'illusion d'une amnésie : c'est le cas de l'acteur qui croit composer des vers et récite

Il y a là une association inexacte du sentiment intellectuel d'« ancienneté » avec un phénomène plus ou moins nouveau, par un mécanisme analogue à ces associations si désagréables qui font prononcer un mot pour un autre, et qu'on qualifie de paraphrasiques.

La paramnésie peut d'ailleurs devenir nettement pathologique, et une observation d'Arnaud a montré qu'il pouvait y avoir dans l'aliénation une paramnésie morbide persistante[1].

Mais le mécanisme exact de ces associations mal dirigées est, surtout en ce qui concerne la fausse reconnaissance, assez obscur encore.

On a pu voir en tout cas que les variations pathologiques de la mémoire suivaient bien toujours les lois générales des phénomènes mnémoniques que nous avons retracées sommairement.

sans s'en douter un de ses rôles. Un exemple amusant en est donné par Ribot (p. 89), d'après Carpenter (*Mental Physiology*, p. 444). «

Un clergyman, dit le Dr Reynolds, en apparence très bien portant, célébrait le service un dimanche ; il choisit les hymnes, les leçons, prononça une prière extemporanée. Le dimanche suivant, il procéda exactement de la même manière, choisit les mêmes hymnes, les mêmes leçons, récita la même prière, prit le même texte et prononça le même sermon. En descendant de la chaire, il n'avait aucun souvenir d'avoir fait, le dimanche précédent, ce qu'il venait de répéter entièrement. Il en fut fort effrayé ».

1. Arnaud. Un cas d'illusion de déjà vu ou de fausse mémoire. *Annales médico-psychologiques*, mai-juin 1896, p. 455-462. Voir aussi sur cette question le livre d'ensemble d'E. Bernard-Leroy : *L'illusion de fausse reconnaissance*, 1898.

CHAPITRE III

L'UTILISATION DE LA MÉMOIRE

§ 1. — L'ÉDUCATION SCOLAIRE ET LA MÉMOIRE.

Nous nous sommes demandé, au cours de notre étude sur la mémoire des animaux, quelles étaient les relations des phénomènes mnémoniques et de la supériorité mentale, et nous avons dû reconnaître qu'après un développement où il paraissait exister un parallélisme indéniable, il pouvait se manifester, chez les vertébrés supérieurs, des divergences très nettes.

Chez l'homme, le divorce apparaît en certains cas éclatant. Certes, la mémoire est, dans une large mesure, une condition absolument essentielle du fonctionnement intellectuel, et elle y peut jouer un rôle capital ; mais cette condition nécessaire est loin d'être suffisante, et nous avons déjà noté le danger d'une mémoire trop fidèle et des associations impératives.

Nous avons cité le cas de cet homme qui ne pouvait évoquer un point particulier d'une longue lecture qu'en reprenant tout dès le début, et Perez cite le cas d'une écolière prodige, capable de réciter par cœur un manuel entier d'histoire de France, mais qui, si on l'interrogeait, déclarait, entre autres choses, que La Vallière avait été la femme de Napoléon, que les

soldats français avaient beaucoup souffert au passage du Golgotha, que Jésus-Christ était né après le début de l'ère chrétienne, etc.[1], toutes réponses que l'on obtient parfois, sinon identiques, du moins très analogues, quand on interroge des soldats pour s'assurer des fruits de l'enseignement primaire qu'ils ont reçu, ou même que les examinateurs ne laissent pas d'entendre au baccalauréat, ce qui leur donne toujours une piètre idée du résultat obtenu dans certains esprits par l'enseignement secondaire.

Trop souvent, en effet, l'éducation scolaire vise à emmagasiner dans la mémoire un arsenal d'outils plus ou moins hétéroclites, mais fort peu à apprendre l'usage de ces outils, comme si l'emmagasinement se suffisait à lui-même.

Et la place absolument prépondérante faite, dans notre enseignement, au jeu, somme toute stérile, de, la mémoire, est une très grosse erreur contre laquelle on s'élève théoriquement mais qu'on ne parvient guère à vaincre en pratique. Et la plupart des pédagogues — de ceux qui ne le sont pas seulement en chambre — pourraient prendre à leur compte le vieil aveu, « meliora video proboque, deteriora sequor ».

C'est que toutes les appréciations comparatives que l'on exige des maîtres se font très facilement quand on les base sur un inventaire d'acquisitions, tout comme si l'on appréciait la richesse de catalogue des bibliothèques ; la comparaison peut même être numérique sans grand effort. C'est là un avantage tel, en particulier pour les examens et les concours, qu'on n'arrive que bien lentement à réformer les habitudes traditionnelles[2].

C'est une banalité que de noter le désaccord du classement scolaire avec le classement social ultérieur

1. Bernard Perez. *L'Enfant de trois à sept ans*, p. 15-16.
2. Sur les défauts des méthodes scolaires, on peut lire le suggestif ouvrage de G. Le Bon. *Psychologie de l'éducation*.

pour des individus donnés; il tient à ce que le classement scolaire seul est mnémonique[1], et il met en lumière le divorce de la mémoire et de la supériorité mentale, qu'on appelle souvent d'un mot qui a quelquefois des significations plus restreintes, l'intelligence.

§ 2. — LA MÉMOIRE ET L'INTELLIGENCE.

Le divorce de la mémoire et de l'intelligence peut être particulièrement accentué dans des cas anormaux[2], et tout le monde a entendu parler de la mémoire exacte de certains débiles, de certains imbéciles, mémoire auditive des sons, visuelle des formes, ou même mémoire verbale.

Ball citait un imbécile de l'asile de Blois connaissant par cœur la biographie de tous les évêques et archevêques de France : le nom d'un prélat suffisait à déclancher le récit le concernant, date et lieu de sa naissance, étapes de sa carrière, époque exacte de sa promotion[3].

Un garçon de 14 ans, qui avait eu les plus grandes peines à apprendre à lire, lorsqu'il avait parcouru en deux ou trois minutes une page d'un texte, au besoin dans une langue qu'il ignorait, pouvait épeler de mémoire les mots qu'il avait vus comme si le livre était resté ouvert devant lui[4].

Sans même qu'elle présente une supériorité aussi exceptionnelle, la mémoire d'enregistrement des

1. W. R. Winch (Immediate Memory on School Children, *The British Journal of Psychology*, 1906, t. II, p. 52-58), a noté en étudiant la mémoire des écoliers, qu'il obtenait leur hiérarchie scolaire par le simple classement mnémonique.

2. Dans les conditions normales on remarque souvent combien est capricieux ce qu'on appelle le « don des langues », qui n'est aucunement lié à l'intelligence.

3. Ball. *Clinique de l'Asile Sainte-Anne*, 1884, p. 817.

4. Drobisch. *Empirische Psychologie*, p. 95. — Ribot cite ce cas et plusieurs autres dans *Les Maladies de la mémoire*, p. 103-105.

débiles peut, en certains cas, être assez développée pour qu'un « dressage », absolument comparable à celui des chiens savants et des chevaux de cirque, permette de vernir des imbéciles d'un savoir scolaire suffisant pour l'acquisition du certificat d'études.

Et telle déjà vieille école française pour anormaux s'était toujours glorifiée de ses succès pédagogiques parce qu'elle avait réussi à faire diplômer certains de ses imbéciles, qui par ailleurs restaient incapables de rendre le moindre service, alors que leur éducabilité aurait permis de leur donner un métier. Mais la supériorité paraissait être de savoir l'histoire de France plutôt que de scier du bois !

Il ne faut d'ailleurs pas trop jeter la pierre à cette pédagogie d'anormaux au moment même où nous sommes obligés de constater que l'éducation des normaux a été le modèle que celle-là n'a fait que suivre.

§ 3. — LA MÉMOIRE ET LA CRÉATION INTELLECTUELLE.

Or, les accumulations de matériaux risquent de ne pas être seulement inutiles, mais encore de devenir dangereuses ; il existe heureusement une soupape d'échappement, et l'oubli hâtif permet des déblaiements grandioses.

L'écolier s'efforce de retenir des souvenirs, très superficiellement acquis, jusqu'à la récitation d'une leçon, jusqu'à une composition, jusqu'à un examen, et, aussitôt après, leur donne le vol, se gardant de les rappeler désormais[1]. Le déblayage des anciens souvenirs était aussi très caractéristique, d'après M. Binet, de la mémoire d'Inaudi, qui obtenait la persistance

1. On se plaint parfois de cet oubli rapide des souvenirs qui n'ont pas été entretenus et dont l'acquisition scolaire a été vaine ; mais il y a des choses qu'il est utile d'avoir apprises, même si on les a oubliées, car il existe souvent une persistance, décelable encore par la réacquisition ou par la reconnaissance ; l'on peut

des donnees apprises, juste le temps utile, et, aussitôt après, laissait tout s'enfuir.

Cette capacité d'oubli est très importante, car, si l'on peut théoriquement admettre la persistance indéfinie et simultanée de toutes les acquisitions d'états considérés isolément, l'antagonisme des enchaînements qui constituent la trame de la mémoire intellectuelle est pratiquement incontestable : une surcharge de la mémoire rend de plus en plus difficiles les acquisitions nouvelles, qui ne réussissent à prendre pied qu'en diminuant la force des souvenirs anciens ; il faut donc jeter un lest inutile pour pouvoir accueillir des bagages plus ou moins indispensables.

C'est pourquoi une trop bonne mémoire, qui n'oublierait que très difficilement, et dans laquelle l'amortissement spontané des acquisitions serait lent et peu sensible, constituerait un véritable danger mental, car l'individu qui en serait possesseur en deviendrait bientôt en réalité le prisonnier.

Toute création est impossible à celui qui subit constamment l'empreinte des événements passés. Un acteur échoue souvent à composer une poésie, parce que les mots vont s'associer suivant un enchaînement habituel et que les réminiscences constitueront toute son inspiration. Cette infirmité de création, nous la subissons presque tous si nous voulons composer par exemple des phrases dépourvues de sens, car les associations habituelles nous imposeront des enchaînements doués d'une signification, les seuls dont nous fassions usage.

Et les prestidigitateurs connaissent bien la domination de la mémoire, et son intervention dans des

rapprendre, sans trop d'effort, à l'âge adulte, des choses qu'on a apprises enfant, alors qu'on aurait, sans cela, beaucoup de peine, et qu'on risquerait même d'échouer. Seulement il y a trop de souvenirs scolaires dont l'acquisition a été d'une irrémédiable inutilité.

choix qui paraissent être l'expression d'une libre spontanéité ; ils savent qu'en orientant l'esprit du public dans une direction donnée, ils obligeront celui à qui ils s'adresseront pour lui faire penser un nombre, une carte, à se déterminer entre un tout petit nombre de termes[1].

Mais il est inutile d'insister sur cet emprisonnement de l'esprit par le passé, qui met en évidence le conflit — ce n'est plus seulement le divorce — de la mémoire avec la supériorité mentale ; nous avons montré en effet, précédemment, le danger de l'automatisme, qui se révèle dans les associations impératives ; nous avons mis en lumière la supériorité de l'homme dans l'utilisation de sa mémoire, supériorité qui implique l'affaiblissement réciproque des enchaînements, permettant un jeu plus riche et plus souple dans ces processus complexes qui permettent l'évocation, qui assurent la *pensée*.

§ 4. — DU ROLE DE LA SCHÉMATISATION ET DU LANGAGE DANS L'UTILISATION DE LA MÉMOIRE.

Une trop grande richesse d'associations toutes différentes constituerait d'ailleurs dans cette voie un écueil : si se juxtaposaient tous les faits perçus, tous les enchaînements subis ou imaginés, la pensée certes pourrait être riche et extrêmement variée ; elle ne manquerait pas d'être incohérente, tandis que nous la remarquons systématisée.

La systématisation implique une assez étroite limitation du nombre total de souvenirs utilisables, et d'autre part il nous semble bien pouvoir conserver et utiliser une énorme quantité de données acquises.

Cette apparente contradiction tient à la mise en jeu,

1. On trouvera, à cet égard, quelques indications intéressantes dans un petit livre du prestidigitateur Alber : *De l'Illusion*, p. 181, 1909.

chez l'homme, de processus qui donnent à la mémoire une énorme extension en permettant l'enregistrement de faits de plus en plus nombreux sans que le nombre des souvenirs s'accroisse parallèlement, en augmentant l'étendue du domaine mnémonique tout en assurant sa systématisation constante, en rendant enfin particulièrement maniable l'utilisation des données acquises : c'est la *schématisation*, cette opération psychologique qui, même avec une mémoire défaillante, permet le jeu le plus complexe des opérations mentales, et assure la supériorité éclatante de l'intelligence humaine.

En quoi consiste donc cette schématisation? Lorsque Binet étudia le calculateur Diamandi, il remarqua que celui-ci avait devant les yeux un schéma imaginaire où se trouvaient inscrits les nombres dans un ordre donné, les places dépendant de leur ordre de grandeur, en sorte que, lorsqu'il avait un nombre à retenir, il y était aidé par la mémoire de la place occupée par ce nombre projeté dans le tableau schématique; une place unique dans un tableau dont le souvenir était permanent pouvait, dans une certaine mesure, se substituer à la série d'articulations ou d'images représentant les divers chiffres, et le passage pouvait se faire de l'un à l'autre.

Un même schéma a été décrit par Mlle Diamandi et reproduit par Manouvrier.

De même, les joueurs d'échecs qui jouent sans voir et paraissent posséder une mémoire visuelle d'une étonnante précision, usent en réalité de schémas, comme Binet l'a montré d'après son enquête et ses observations ; au lieu d'évoquer l'image d'échiquiers concrets et de pièces réelles, ils se représentent en général des directions de marche, des schémas géométriques en quelque sorte, quelques lignes pouvant suffire pour exprimer la situation d'un grand nombre de pièces.

Et l'existence de schémas spontanés a été fréquemment notée par A. Lemaître[1] chez des enfants qui révèlent ensuite des aptitudes mathématiques ; il y a là un type, que Lemaitre a qualifié de « symbolo-visuel », et dont Mercante[2] a signalé la valeur et l'importance au point de vue du pronostic des aptitudes, cette grosse question de psychologie appliquée. Mais la schématisation, si elle est particulièrement développée chez les types dits symbolo-visuels, est, sous une forme plus ou moins accentuée, présente dans tous les esprits.

La substitution d'un terme à plusieurs autres intervient constamment dans la mémoire visuelle : cinq traits égaux, mais tracés au hasard, ne seront que difficilement reproduits dans leur situation respective après avoir été vus quelques instants, tandis qu'ils le seront avec exactitude s'ils forment une figure, quelque chose d'individualisé, d'unique, comme un pentagone régulier.

Des chiffres séparés, et surtout des lettres isolées seront retenus après une seule lecture en bien moins grand nombre que des chiffres groupés en nombres, en centaines, que des lettres groupées en syllabes.

Enfin les syllabes isolées sont retenues en bien moins grand nombre que lorsque leur groupement forme des mots.

Et le langage est l'instrument de cette schématisation, qui permet de substituer à des faits très nombreux des signes en quantité limitée et dont les groupements seuls diffèrent. La schématisation géométrique était déjà l'ébauche d'un langage ; mais le langage, sous ses formes auditive et motrice — auxquelles peut se joindre une série d'aspects visuels — permet une schématisation presque universelle.

1. Aug. Lemaitre. *La Vie de l'adolescent et ses anomalies*, in-16, Genève. Ch. IV. Le langage intérieur, p. 75-97.

2. V. Mercante. *Psicologia de la aptitud matematica del niño*, in-8°, Buenos-Ayres, 1904.

Maintenant en quoi cette schématisation est-elle réellement économique pour la mémoire, et n'y aura-t-il pas des conflits de toutes les associations qui pourront se produire entre le nombre limité de termes dont on aura acquis le souvenir?

Elle l'est en ce que, non seulement les termes peuvent se substituer à des faits analogues, se groupant sous une étiquette unique, plus facile à se remémorer, mais les combinaisons de ces termes, — dont le nombre dans nos langues analytiques est extrêmement limité par rapport à l'innombrable quantité de phénomènes qu'ils expriment[1] — peuvent elles-mêmes être schématisées en quelques associations, en quelques enchaînements typiques constituant des règles.

Des séries de mots réunis en une phrase s'enchaîneront sans difficulté dans l'ordre initial, sans que cet ordre ait besoin d'être *retenu*; il peut être *retrouvé* si l'on possède les mots principaux, grâce à la permanence dans l'esprit de la règle générale de constitution des phrases.

Aussi la mémoire des mots groupés en phrases est-elle très supérieure à la mémoire des mots isolés: les mêmes personnes qui, en mots distincts de deux syllabes, retiennent au maximum quatorze à seize syllabes, peuvent retenir une cinquantaine de syllabes constituant des mots enchaînés en une phrase

1. Des expériences faites en Amérique pour déterminer le nombre des mots connus par des étudiants ont montré que ce nombre ne dépassait guère 20.000 en moyenne (20.120 mots d'après Kirkpatrick, 21.728 d'après Whipple avec limites extrêmes de 16.240 et 24.920). Cf. Guy Montrose Whipple. Vocabulary and Word-building Tests. *Psychological Review*, 1908, t. XV, nº 2, p. 94-106.

Ce nombre de mots serait plus élevé avec la langue française et surtout avec la langue allemande, à cause, dans cette dernière, de la fréquence des mots composés, faciles à faire et à retrouver avec des éléments connus et une règle de composition.

simple, suivant des associations plus coutumières que celles de termes simplement juxtaposés[1].

Toute la raison d'être de la schématisation consiste somme toute en ceci : ramener des séries de choses nouvelles à apprendre à des enchaînements habituels de termes déjà connus, en retenant la règle, la clef, qui permet de retrouver les premières à partir des seconds; toute l'intellectualisation de la mémoire consiste ainsi dans la substitution d'une reconstitution au souvenir brut.

Si je veux retenir, pour la reproduire, une figure composée de douze traits formant un dodécagone régulier, il me suffira de me rappeler ce mot de dodécagone déjà connu, et l'expression numérique de la longueur d'un trait, pour reconstituer, quand je le voudrai, la même figure; s'il s'agit d'une figure telle que je n'en ai jamais vue, comprenant quarante-huit côtés, il suffira que je retienne que c'est un polygone régulier, le nombre de 48, et la longueur de chaque trait pour retrouver la figure. Alors que j'échouerais à garder longtemps l'image visuelle exacte d'une telle figure, je puis, si je le veux, en me rappelant de temps à autre les trois données pour les fortifier, retenir indéfiniment cette série particulière de termes dont chacun est plus anciennement acquis.

Je ne puis essayer de traiter, même sommairement, cette question si complexe du langage, qui est au fond la question même de l'intelligence humaine, mais je crois que les faits montrent bien clairement que les processus consistent essentiellement en un moyen admirable de mémorisation.

Notre vie pratique, qui se perfectionne constamment, exige des connaissances extrêmement étendues, qui

1. Cette influence de l'intellectualisation sur la mémoire avait été déjà indiquée par Leuret et Gratiolet : *Anatomie comparée du système nerveux considéré dans ses rapports avec l'intelligence*, 1879, t. II, p. 458.

permettent de prévoir les événements et de nous y adapter par avance, par anticipation, pour n'en point souffrir et au besoin en profiter, et qui permettent aussi de les adapter, lorsque nous le pouvons, de les utiliser à notre avantage.

Pour cela il faut que nous puissions enregistrer les faits, pour nous en souvenir à propos lorsque des circonstances analogues ou identiques se reproduisent. Si nous avions une mémoire indéfinie de tous les faits passés, individuellement envisagés, et si nous pouvions utiliser les souvenirs sans nous égarer au milieu d'eux, nous serions déjà singulièrement armés vis-à-vis de l'avenir; mais il n'en est pas ainsi, et la mémoire humaine, comparée à la mémoire des animaux supérieurs, ne présente pas un accroissement démesuré; elle reste étroitement limitée, et l'utilisation de souvenirs trop nombreux et simplement juxtaposés ne tarde jamais à devenir à peu près impossible.

Grâce aux processus intellectuels, c'est-à-dire grâce au langage, tout se passe comme si nous avions une mémoire idéale capable de classer les faits en les enregistrant et de les retrouver suivant les besoins[1].

1. En outre la généralisation dépasse la somme des faits passés et s'applique aux faits possibles de même ordre, alors même qu'il ne s'en est pas encore produit de semblables : c'est ce processus de dépassement de la réalité antérieure qui a constitué le gros problème philosophique du fondement de l'induction.

Le problème pourrait être biologiquement envisagé, et j'y reviendrai un jour, en examinant l'évolution du phénomène d'anticipation adaptative, qui est à la base de la science conçue comme « fonction biologique », suivant la si juste expression de Mach.

§ 5. — LE LANGAGE SCIENTIFIQUE ET LA MATHÉMATIQUE COMME SUBSTITUTS DE LA MÉMOIRE.

La fonction de schématisation, la fonction intellectuelle, ne s'est pas arrêtée à la création générale du symbolisme verbal; des langages de plus en plus maniables, de mieux en mieux adaptés sont apparus.

Le langage scientifique, c'est-à-dire la substitution de l'énoncé d'une loi aux énoncés successifs d'un grand nombre de faits particuliers a permis de diminuer encore le nombre des souvenirs utiles en augmentant énormément leur extension [1].

Les théories permettent des groupements plus généraux encore, dont la valeur mémorisatrice est considérable, pour réunir et systématiser des lois éparses. Urbain, récemment, a bien montré cette utilité, ce rôle capital des théories, qui les justifie selon lui dans une large mesure, alors même qu'elles se trouvent incapables de s'incorporer certains faits nouveaux, quand elles synthétisent un très grand nombre de données anciennes [2].

L'aspect, qu'on pourrait appeler « mnémotechnique » [3] de la science, est en effet essentiel, et, dans l'utilisation du passé pour la détermination de l'avenir qui constitue le but de l'effort scientifique, on

1. Les souvenirs utilisables ne sont autres que les « idées générales », dans notre langage psychologique, c'est-à-dire les schémas dont la « compréhension » est en raison de la richesse des caractères d'individualisation, l' « extension » en raison de la richesse d'applicabilité.

2. URBAIN. L'atomistique dans l'enseignement et dans la recherche. *Revue du Mois*, 10 avril 1909, p. 420.

3. La mnémotechnie proprement dite utilise des substitutions de signe à chose signifiée, basées entièrement sur des choix arbitraires; c'est là la réelle différence avec la mnémotechnie intellectuelle.

Elle peut d'ailleurs rendre de réels services dans le cas où l'on doit retenir des séries incohérentes, des séries de chiffres

ne saurait trop insister sur ces méthodes intellectuelles qui se substituent à la mémoire.

Le point de vue se trouve être presque banal à l'heure actuelle, depuis que la réflexion philosophique, en particulier sous l'impulsion de Poincaré, a permis d'envisager définitivement la science comme un langage.

La forme dernière du langage scientifique permet enfin une simplification admirable, et rend de plus en plus la mémoire inutile : l'expression la plus générale des faits se trouve dans les équations algébriques où le nombre des signes et des règles de combinaisons est réduit dans de colossales proportions.

Les mathématiques prennent la place de la mémoire[1], et, dans la supériorité mentale, le rôle de la fonction mnémonique peut être envisagé comme presque négligeable. Aussi des efforts ont-ils été tentés pour rapprocher l'expression générale de tous les faits du langage mathématique.

Le nombre des signes utilisés pour une pensée complexe est certes très inférieur dans une langue comme le français à ce qu'il est dans une langue relativement primitive comme le chinois; et les langues artificielles qui ont été successivement créées, jusqu'aux plus parfaites du genre, l'esperanto et l'ido, ont visé à la diminution du nombre absolu

par exemple : en traduisant chaque chiffre par une syllabe, règle de substitution facile à retenir, on peut remplacer les chiffres par des mots groupés en phrases rythmées qui se fixent beaucoup plus facilement : c'est ainsi qu'un mnémotechnicien réussit, dans une expérience de Binet, à apprendre 200 chiffres en trois quarts d'heure. Il fallut plus de deux heures à Diamandi pour obtenir le même résultat. Cf. A. Binet. *Psychologie des grands calculateurs et des joueurs d'échecs*, p. 173.

1. En arithmétique, les opérations sur le papier, la multiplication par exemple, évitent l'appel à la mémoire qui, suffisamment développée, pourrait suffire, en permettant le calcul mental

des racines et des règles de combinaison dans l'attribution des désinences.

Mais Leibniz, en rêvant d'une langue universelle, songeait à lui donner la forme abstraite et schématique du squelette algébrique ; la logistique actuelle, qui tente de ramener aussi bien les enchaînements de la logique que ceux des mathématiques à une série d'expressions plus générales encore et d'extension réellement universelle, avec son symbolisme nouveau, est la réalisation du rêve de Leibniz, plus intéressant d'ailleurs pour la théorie de la pensée que pour la pratique intellectuelle [1].

On voit, en tout cas, combien l'intelligence s'est dégagée de la domination de la mémoire, combien elle a pu quitter son assujettissement primitif, tendant sans cesse vers une limite où le passé se trouverait si complètement synthétisé dans le présent que les acquisitions mnémoniques deviendraient inutiles, limite qui, il n'est pas besoin de le dire, ne pourra jamais être atteinte.

1. Voir à ce sujet l'intéressant opuscule de Couturat : *L'algèbre de la logique* (Collection « Scientia », n° 25), 1905.

CONCLUSION

ÉVOLUTION ET SOCIALISATION DE LA MÉMOIRE

§ 1. — L'ÉVOLUTION BIOLOGIQUE DE LA MÉMOIRE.

Arrivés au terme de notre ascension biologique, nous pouvons jeter un bref coup d'œil sur les pentes que nous avons parcourues avec le lecteur, qui s'est sans doute maintes fois senti fatigué, sur un chemin aride où le champ de la vue était étroitement limité; mais une heure vient où l'on peut, comme récompense, embrasser d'un regard d'immenses étendues, que l'on comprend d'autant mieux dans leur ensemble que l'on a peiné davantage pour les explorer en détail.

Nous avons vu que la persistance des effets dus à des phénomènes passagers était un fait extrêmement général, mais que ce fait devenait tout à fait évident dans certains cas; et, au premier rang des cas privilégiés, on note les organismes vivants.

On a même voulu différencier de ce chef la vie et la matière brute, en s'étonnant de la persistance du type ancestral au cours des lignées de la descen-

dance, et en considérant, avec Hæckel, la reproduction elle-même comme la forme primordiale de la mémoire[1].

Mais, en réalité, nous y avons insisté, il n'est pas possible de faire des divisions aussi tranchées; pris isolément, tout caractère considéré comme spécifique des phénomènes vitaux peut se rencontrer dans d'autres catégories de phénomènes chimiques. Et la persistance d'action d'un phénomène transitoire ne peut être une notion directement applicable au fait général de l'hérédité, qui nous met en présence de la réapparition d'une forme d'équilibre constante au cours du développement d'un germe, mais seulement à l'hérédité des modifications survenues pendant le cours d'une vie individuelle.

Cette forme de l'hérédité, la transmission des caractères acquis, est d'ailleurs toujours combattue par un grand nombre de naturalistes; elle est très fréquemment contestée, parfois pour des raisons de mots, parfois pour des raisons de théories; pour des raisons de mots par les weismanniens, qui expliquent l'hérédité par la transmission d'un plasma germinatif immortel, vecteur des caractères constitu-

1. Voir à ce sujet Yves Delage. *La structure du protoplasma et les théories sur l'hérédité*, Paris, 1895. Hæckel nie la mémoire des molécules chimiques et atomes en tant qu'ils ne peuvent se reproduire, et, par là, ne sont pas vivants. Hering entend la mémoire dans un sens plus large encore. Dans les théories de l'hérédité, plusieurs auteurs envisagent celle-ci comme un phénomène de mémoire, inconscient, sinon même conscient. Voir en particulier Cope (On Inheritance in Evolution. *American Naturalist*, 1889, t. XXII, p. 1058-1076) et H. B. Orr (*A theory of Development and Heredity*, 1893). Et il n'est pas besoin de signaler à nouveau la conception de la *Mneme*, de Richard Semon. Tout récemment encore, un auteur évolutionniste, E. Rignano, dans une intéressante étude, considère la faculté de reproduction, la mémoire, l'habitude, comme caractéristique de l'énergie vitale (La mémoire biologique en énergétique. *Rivista di Scienza* « *Scientia* », t. VI, 1909).

tionnels et laissé inaltéré par les modifications somatiques acquises, et qui refusent d'appeler encore caractères acquis les modifications profondes susceptibles d'atteindre le plasma germinatif, qui refusent somme toute le nom de caractères acquis aux caractères héréditaires; — pour des raisons de théorie par les néo-darwinistes, qui négligent entièrement l'action des milieux sur les êtres, et ne veulent voir, comme facteurs de variation, que des modifications survenues fortuitement et dont le tri sera fait par le jeu de la sélection.

Seuls ces derniers, en fait, nient véritablement l'hérédité des caractères acquis; or, de cette hérédité, il semble bien y avoir un certain nombre d'exemples indéniables; et, de ce que l'on est peut-être tenté parfois d'exagérer son rôle réel dans les variations des espèces, il ne s'ensuit pas que ce rôle soit entièrement nul.

Et, d'autre part, une variation fortuite, si brusque soit-elle, comme la mutation, dont les travaux de De Vries paraissent avoir montré l'existence, n'est pas une explication suffisante, car tout effet doit avoir une cause; et dire d'une variation qu'elle est fortuite ne constitue qu'un aveu d'ignorance vis-à-vis des facteurs qui l'ont provoquée.

Or, ces facteurs, bien des données permettent actuellement de les rapporter à une action du milieu, telle qu'un traumatisme, peut-être un changement brusque d'habitude, etc., selon Cuénot, la disproportion entre l'effort et la cause tenant en général à ce que celle-ci déclanche des caractères latents, opprimés par d'autres, incapables jusque-là de se manifester, mais engendrés sans doute par une lente action du milieu.

Le gros débat se ramènerait alors à la question de la nature des variations engendrées par le milieu, variations subies, ou variations « réagies », adapta-

tives, répondant à l'amélioration générale des conditions de vie des espèces.

Ce débat ne fait que pénétrer sur le terrain expérimental, mais il reproduit, en ce qui concerne l'hérédité, celui qui se discute dans le domaine de l'activité individuelle, où nous nous sommes volontairement restreints pour envisager l'évolution de la mémoire.

Et cela nous montre une fois de plus que notre restriction, scientifiquement utile, n'en était pas moins arbitraire, et que le terrain exploré tenait étroitement aux régions avoisinantes, que les acquisitions individuelles dans l'activité, auxquelles nous avons réservé l'appellation générale de phénomènes de mémoire, se rattachaient à un ensemble homogène et continu.

Sur ce terrain donc où nous nous sommes placés, toutes les modifications des réactions dues aux influences extérieures, tous les actes provoqués par des facteurs externes, peuvent être envisagés aussi comme des réactions adaptatives ou comme des conséquences directes des phénomènes physiques.

C'est là le gros problème de la part à faire aux tropismes[1] dans le comportement des organismes; que cette part doive ou non être faite, en tout cas, nous l'avons montré constamment, et les faits parlent d'ailleurs d'eux-mêmes, les modifications qui constituent des acquisitions individuelles représentent des adaptations effectives, répondent à une *expérience*

1. Ce mot de tropisme, employé autrefois pour désigner tout simplement le fait de l'orientation d'un être vis-à-vis d'une source d'excitation, a pris en effet, avec Loeb, un sens précis et étroit, nous le rappelons encore : il s'agit de réactions assurant une excitation symétrique d'un être de constitution symétrique vis-à-vis d'une source d'énergie physique affectant inégalement les deux côtés de cet être et renforçant dès lors les mouvements d'un côté, ce qui entraîne la rotation jusqu'à égalité bilatérale d'action. Dans le tropisme, l'être est le jouet de la force extérieure.

des animaux, qui *apprennent* et perfectionnent leur conduite[1].

Et le rôle biologique de la mémoire apparaît indispensable à la conservation des espèces en même temps qu'au progrès psychique.

Le progrès psychique semble même, pendant longtemps, pouvoir s'apprécier par le développement des phénomènes mnémoniques : au fur et à mesure, les acquisitions s'effectuent plus rapidement; elles conservent plus longtemps leur efficacité, révélable soit par les actes eux-mêmes, soit par un raccourcissement de la durée nécessaire à la réacquisition de l'influence évanouie en apparence; enfin elles peuvent coexister en plus grand nombre sans perdre par là même leur efficacité.

Mais, si la mémoire progresse, sa nature fondamentale, ses lois sont toujours les mêmes. Il est inutile de rappeler la loi commune d'amortissement des traces mnémoniques, des souvenirs, la loi commune de l'apprentissage moteur, la même nécessité d'un intervalle optimum entre les répétitions pour obtenir le plus rapide accroissement mnémonique, le même progrès avec l'âge de la mémoire d'acquisition chez les animaux les plus divers, etc.

On approche, avec ces lois, de l'interprétation purement physiologique, et presque physico-chimique parfois, des phénomènes de persistance des acquisitions, des influences antérieures, phénomènes qui constituent le fondement de la mémoire, immuable sous les variations superficielles du progrès.

C'est par la rapidité d'acquisition, la lenteur d'évanouissement, et la capacité de coexistence, que se caractérise, nous l'avons montré, ce progrès mnémonique; mais, sous ses trois aspects, le progrès est limité, et la supériorité mentale des espèces les plus

1. Le perfectionnement adaptatif s'explique encore par la sélection, mais par la sélection physiologique des actes.

élevées croît plus vite que la supériorité mnémonique.

Quand le nombre des souvenirs est considérable, l'activité cérébrale, devenue très complexe, vaut alors par son dynamisme, par ses associations et ses synthèses, plus encore que par ses richesses statiques. Le dynamisme lui-même est acquis, les liens associatifs représentent bien des consécutions extérieures qui ne font que se répéter, mais la force presque égale de consécutions très nombreuses permet à des influences insignifiantes de régler le cours des phénomènes mentaux qui se répercutent sur l'activité des êtres.

Les différences individuelles prennent dès lors une place de plus en plus considérable, et l'activité devient de plus en plus imprévisible, signe de supériorité manifeste selon la plupart des hommes, qui se plaisent à y voir la contingence et la liberté.

Au cours de ces jeux associatifs, en outre, il se produit, fait capital, des simplifications progressives, grâce aux processus de schématisation qui constituent la valeur et assurent l'avenir de l'intelligence humaine, alors que la mémoire ne peut plus progresser. Et les intelligences particulières les plus hautes se fondent sur une activité synthétique dont Pierre Janet, en particulier dans son livre sur les Névroses, a bien montré toute l'importance.

L'évolution de la mémoire individuelle, en tant que telle, paraît bien terminée, et comme ce n'est pas elle qui constitue la supériorité mentale, il n'y a pas lieu de s'en émouvoir, et l'on peut renoncer sans regret au rêve optimiste de Richet qui a eu le tort de confondre l'intelligence et la mémoire quand il a dit : « Nous pouvons fonder de grandes espérances sur l'avenir de l'intelligence humaine ! A mesure que la quantité de faits à connaître augmente, il semble que la puissance fixative augmente. L'activité d'un muscle

s'accroît par l'exercice, et sa force ainsi accrue se transmet d'âge en âge. De même, sans doute, la puissance de la mémoire croît avec l'exercice, et cette augmentation peut se transmettre par hérédité. Il n'y a pas de raison pour ne pas supposer que la force de la mémoire va aller en grandissant de génération en génération, tendant à devenir toujours de plus en plus intense. C'est un légitime espoir que nous pouvons formuler pour l'avenir de la race humaine [1]. »

Vain espoir, fondé sur des assimilations fausses et des hypothèses inexactes, espoir inutile.

Le développement de la mémoire par l'exercice n'est en effet qu'une illusion, car l'on ne développe que son attention, comme nous l'avons montré, et la capacité cérébrale qui est, sans doute, en rapport avec la capacité mnémonique, ne peut indéfiniment se développer sans rompre un équilibre morphologique nécessaire à la vie.

D'autre part, les hommes de l'antiquité ne paraissent pas avoir été inférieurs à nos contemporains en ce qui concerne la mémoire, et plus la quantité des faits à retenir augmente dans chaque domaine, plus on restreint le domaine où l'on est obligé de retenir les faits, plus on se spécialise.

La lutte contre la spécialisation n'est pas due au développement de la mémoire, mais à la schématisation progressive, qui réduit constamment les faits, dont le nombre croît toujours, à des formules, dont

1. Ch. Richet. Les origines et les modalités de la mémoire. Essai de psychologie générale. *Revue Philosophique*, 1886, t. XXI, p. 572.

Un peu plus loin, cet auteur affirme plus complètement encore son identification surprenante de la mémoire et de l'intelligence : « Il est permis de penser que le développement de la mémoire est absolument et rigoureusement synergique du développement intellectuel. » Et, plus loin encore : « Peut-être la diversité d'intelligence des hommes n'est-elle qu'une diversité de mémoire. »

le nombre tend au contraire à décroître, avec un équilibre, variable à chaque moment, de ces deux forces antagonistes : la découverte et la mathématisation.

. Les intelligences individuelles ne paraissent pas non plus progresser nécessairement dans leur niveau moyen pour ce qui est des races depuis longtemps civilisées[1]; le savoir seul est en croissance. Quant aux intelligences exceptionnelles, elles ne paraissent devoir être ni plus nombreuses ni plus élevées qu'autrefois. D'Aristote à Leibniz on suit le progrès des connaissances, mais non le progrès des intelligences.

Et, pour ce qui ne peut toucher au savoir, dans l'art, on constate bien l'absence de progrès véritable, et seulement la réalité d'adaptations à des goûts différents. De la statuaire ou de l'architecture grecque à notre architecture ou à notre statuaire, peut-on dire qu'il y ait une supériorité croissante?

Le progrès mental est incontestable, mais il concerne le savoir; or, le savoir n'est plus individuel; il n'est pas héréditaire non plus, semble-t-il, il est social.

L'évolution biologique de la mémoire paraît terminée; mais il existe en outre une évolution sociale de la mémoire qui, à notre époque, est déjà singulièrement avancée.

§ 2. — LA MÉMOIRE SOCIALE ET SES DANGERS.

Nous avons noté chez les animaux supérieurs quelques faits d'imitation, qui permettent à un individu de s'épargner une série de tâtonnements quand, pour une série d'actes complexes, il a la chance d'avoir

1. Je suis loin de considérer ce fait comme nécessaire, ni surtout comme une conséquence de la théorie des mutations dont il se déduirait d'après De Vries. (Cf. Transformisme et (Mutation. *Revue du Mois*, n° 45, 10 septembre 1909, p. 269-303.

devant les yeux, comme modèle, un individu déjà expérimenté. Mais ce n'est guère que chez l'homme que peut véritablement s'effectuer le transfert de l'expérience acquise, grâce à la schématisation et à ses signes verbaux, grâce au langage.

La possibilité de la transmission directe des acquisitions individuelles permet la naissance de la tradition, donnée sociale, qui se perpétue d'âge en âge; un fonds commun de traditions va constituer la mentalité sociale individualisée, et, en dehors même de la race, c'est le passé commun persistant dans la mémoire de tous qui constitue l'unité d'une nation.

Le poids croissant du passé et des traditions impératives, religieuses, morales, etc., s'impose avec une force invincible aux individus ; et, de même qu'un excès de mémoire individuelle constituait un danger pour la pensée, de même, la force excessive de la mémoire sociale devient réellement dangereuse pour l'individu qu'elle emprisonne et qu'elle stérilise.

Les créations, les combinaisons nouvelles sont rendues impossibles pour les esprits, qui ont peine à porter le fardeau des traditions imposées par les générations disparues; on risque ainsi d'être de plus en plus gouverné par les morts, d'en être de plus en plus étroitement le prisonnier.

C'est ainsi que nous voyons, dans l'histoire des civilisations, le progrès enrayé par la charge de plus en plus lourde des acquisitions antérieures que doivent traîner les générations nouvelles. C'est son passé qui a stérilisé la Chine, et notre Moyen Age n'a été que le pâle reflet de la tradition aristotélicienne, dont l'origine fut admirable et les conséquences funestes.

Heureusement, la force des traditions diminue quand leur nombre augmente, et c'est dans la complexité du passé que les individus peuvent retrouver un peu d'indépendance; entre des traditions nombreuses et forcément contradictoires, le choix peut

être déterminé par les circonstances présentes, et l'adaptation est possible. On ne peut certes pas dire que les civilisations d'aujourd'hui se soient libérées du passé qui les a faites, mais c'est le passé même qui tend à les libérer.

Et cependant il reste le danger de la préoccupation volontaire des choses d'autrefois, et l'histoire, cette forme récapitulatrice de la mémoire sociale, peut susciter parfois de légitimes inquiétudes; même lorsqu'on est soustrait, ce qui n'est pas constamment le cas, au prestige autoritaire de ce qui a derrière soi toute l'ancienneté d'une longue existence, il n'est pas bon de regarder toujours en arrière, et de s'absorber, de s'hypnotiser dans la contemplation de la route parcourue.

Heureux, en un sens, les peuples qui n'ont pas d'histoire et ne peuvent regarder que dans le présent et dans l'avenir. Tout leur effort est fécond, et l'envolée grandiose, à l'heure actuelle, de la science et de l'industrie américaines, tient en grande partie à l'absence de tout héritage déprimant.

La prédominance en France des études historiques paraît bien constituer en revanche une des principales causes de notre décadence relative; c'est par la science que se fait le progrès social, et il est stérilisant de s'adonner à la connaissance bien souvent vaine du passé; à trop voir ce qui s'est fait, on oublie de rien faire, et la Grèce, qui vit de souvenirs, se croit encore aujourd'hui un grand peuple.

§ 3. — LES SUBSTITUTS SOCIAUX DE LA MÉMOIRE INDIVIDUELLE. L'ÉCRITURE ET L'IMPRIMERIE.

La mémoire présente donc les mêmes dangers pour les sociétés que pour les individus, mais elle n'en est pas moins nécessaire, et, comme, encore une fois, la richesse des souvenirs est le plus grand obs-

tacle à la valeur impérative de chacun d'eux, le mal peut comporter son remède.

A cet égard un grand progrès fut effectué lorsque, à la tradition orale put s'ajouter la transmission écrite. La première est en effet étroitement limitée, car son champ ne peut dépasser celui de la mémoire individuelle. Certes celui-ci peut déjà prendre une réelle ampleur, et l'on ne peut oublier que les poèmes homériques se sont conservés longtemps par des bardes[1]. Les lourdes traditions des brahmanes se sont aussi propagées oralement.

Mais l'écriture a assuré un progrès énorme, en même temps que se constituait l'emmagasinement des souvenirs proprement sociaux, puisque leur conservation ne dépendait plus dès lors des existences individuelles.

Le champ de la mémoire a pu croître du coup dans des proportions gigantesques, dépassant très vite la capacité des individus isolés.

Et l'imprimerie a permis l'accélération fantastique du progrès mnémonique dans les sociétés modernes, en multipliant les empreintes, les traces de mémoire, et en les mobilisant, en rendant leur évocation, leur utilisation de plus en plus facile, de plus en plus sûre

La lecture du livre décharge la mémoire individuelle en permettant de retrouver exactement, sans déformation spontanée, des données utiles à un moment donné.

1. Plus récemment, à Tahiti, il existait des bardes professionnels (harepo) retenant les traditions, légendes et poésies, et se les transmettant de père en fils. Voir Mœrenhout. *Voyage aux îles*, t. I, p. 411, et A. Lesson. *Les Polynésiens*, t. IV, p. 307.

§ 4. — LES PROGRÈS DE L'AVENIR ET LA SOCIALISATION SCIENTIFIQUE.

Dès lors, le progrès du savoir paraît indéfini; il le paraît du moins en regard du savoir individuel, si étroit par comparaison; mais en réalité il se heurtera également à une limitation. On ne risque évidemment plus d'être emprisonné dans un étroit domaine lorsque les acquisitions deviennent extrêmement nombreuses, mais on peut risquer de se perdre dans d'inextricables dédales.

La production imprimée s'élève tellement, non seulement par le nombre des publications déjà faites, mais encore et surtout par le nombre sans cesse croissant des publications nouvelles de chaque année, de chaque mois, de chaque jour, que l'on prévoit, à brève échéance, des difficultés énormes pour emmagasiner, conserver et surtout consulter, utiliser ces millions et ces millions de travaux.

On en viendrait presque à souhaiter des amnésies destructives, comme fut dans l'antiquité l'incendie de la célèbre bibliothèque d'Alexandrie, si la destruction élective pouvait n'atteindre que la grande masse des travaux inutiles et insignifiants.

Les savants s'effraient à bon droit de la bibliographie de plus en plus pénible exigée par leurs recherches, et qui rend ces recherches plus rares et plus difficiles.

Et l'on peut bien penser qu'il viendra un moment où, non seulement un grand nombre de publications ne seront à peu près plus consultables, comme dans les amnésies d'évocation individuelles, mais encore que les acquisitions nouvelles exigeront l'évanouissement de certaines des possessions anciennes.

Vouloir tout retenir ne sera pas toujours possible, et la fixation, facile au début, deviendra de plus en

plus problématique. L'oubli, là encore, paraît être une nécessité du développement de la mémoire.

Mais, dans ce domaine, on peut espérer en un progrès à peu près indéfini, non plus certes par le développement croissant du savoir et de la mémoire, mais, comme dans l'intelligence individuelle, par la simplification qu'entraîne la schématisation.

Bien des travaux scientifiques anciens sont devenus inutiles, parce que des lois précises se sont substituées à la connaissance de nombreux faits particuliers : le bagage de données nécessaires aux mathématiques est assez mince; celui qui est nécessaire à la physique diminue au fur et à mesure de la mathématisation de cette science, et nous devons espérer que la simplification s'étendra sans cesse.

Aussi pouvons-nous avoir une certaine confiance dans le progrès, non pas, comme le voulait Richet, de l'intelligence individuelle, mais de l'intelligence collective, et de la Science, dont la socialisation progressive est un fait évident et une nécessité inéluctable.

FIN

TABLE DES MATIÈRES

LIVRE DEUXIÈME

LA MÉMOIRE ANIMALE

2109-11-13. — Paris. — Imp. Hemmerlé et Cie.

2° PSYCHOLOGIE ET PHILOSOPHIE

APERT (Dr). **L'Hérédité morbide** (5e mille).
AVENEL (Vicomte Georges d'). **Le Nivellement des Jouissances** (5e mille).
BALDENSPERGER (F.), chargé de cours à la Sorbonne. **La Littérature** (5e mille).
BELLET (Daniel), professeur à l'École libre des Sciences politiques. **Le Mépris des lois et ses conséquences sociales.**
BERGSON, POINCARÉ, Ch. GIDE, Etc., **Le Matérialisme actuel** (10e mille).
BINET (A.), directeur de Laboratoire à la Sorbonne. **L'Âme et le Corps** (12e mille).
BINET (A.). **Les Idées modernes sur les enfants** (18e mille).
BOHN (Dr G.). **La Naissance de l'intelligence** (40 figures) (8e mille).
BONAPARTE (Marie). **Guerres militaires et Guerres sociales** (4e mille).
BOUTROUX (E.), de l'Institut. **Science et Religion** (21e mille).
CRUET (J.), avocat à la cr d'appel. **La Vie du Droit et l'Impuissance des Lois** (5e m.).
DAUZAT (Albert), docteur ès lettres. **La Philosophie du Langage** (4e mille).
DROMARD (Dr G.). **Le Rêve et l'Action** (4e m.).
DUGAS (L.), agrégé de Philosophie. **La Mémoire et l'Oubli** (5e mille).
DWELSHAUVERS (Georges), professeur à l'Université de Bruxelles. **L'Inconscient** (5e m).
GAULTIER (Paul). **Leçons morales de la guerre** (5e mille).
GUIGNEBERT (C.), chargé de cours à la Sorbonne. **L'Évolution des Dogmes** (7e m.).
HACHET-SOUPLET (P.), directeur de l'Institut de Psychologie. **La Genèse des Instincts** (4e mille).
HUBERT (René). **Les Interprétations de la Guerre** (4e mille.)
JAMES (William), de l'Institut. **Philosophie de l'Expérience** (9e mille).
JAMES (William). **Le Pragmatisme** (10e m.).
JAMES (William). **La Volonté de Croire** (6e m.)
JANET (Dr Pierre), de l'Institut, professeur au Collège de France. **Les Névroses** (10e m.)
JULLIOT (Ch.-L.). **L'Éducation de la Mémoire** (5e mille).
LE BON (Dr Gustave). **Psychologie de l'Éducation** (27e mille).
LE BON (Dr Gustave). **La Psychologie politique** (16e mille).
LE BON (Dr Gustave). **Les Opinions et les Croyances** (14e mille).
LE BON (Dr Gustave). **La Vie des Vérités** (10e mille).
LE BON (Dr Gustave). **Enseignements Psychologiques de la Guerre** (26e mille).
LE BON (Dr Gustave). **Premières Conséquences de la Guerre** (29e mille).
LE BON (Dr Gustave). **Hier et Demain. Pensées brèves** (10e mille).
LE DANTEC. **Savoir!** (12e mille).
LE DANTEC. **L'Athéisme** (19e mille).
LE DANTEC. **Science et Conscience** (10e m.)
LE DANTEC. **L'Égoïsme** (14e mille).
LE DANTEC. **La Science de la Vie** (8e m.).
LEGRAND (Dr M.-A.). **La Longévité** (4e m.).
LOMBROSO. **Hypnotisme et Spiritisme** (10e mille).
MACH. **La Connaissance et l'Erreur** (6e m.)
MAXWELL. **Le Crime et la Société** (6e m.)
PAULHAN (Fr.). **Les Transformations sociales des sentiments** (4e mille).
PICARD (Edmond). **Le Droit pur** (7e mille).
PIERON (H.), Me de Confe à l'École des Htes-Études. **L'Évolution de la Mémoire** (6e mil.)
RAGEOT (Gaston), professeur de philosophie **La Natalité, ses lois économiques et psychologiques.**
REY (Abel), professeur agrégé de Philosophie. **La Philosophie moderne** (12e mille).
VASCHIDE (Dr). **Le Sommeil et les Rêves** (7e mille).
VILLEY (Pierre), professeur agrégé de l'Université. **Le Monde des Aveugles** (4e m.).

Bibliothèque de Philosophie scientifique

1° SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

AVENEL (Vte G. d'). **L'Evolution des Moyens de Transport.**

BACHELIER (Louis), Docteur ès sciences. **Le Jeu, la Chance et le Hasard** (6e m.).

BELLET (Daniel), profr à l'Ec. des Sc. polit. **L'Evolution de l'Industrie** (5e m.).

BERGET (A.), profr à l'Inst. océanogr. **Les Problèmes de l'Océan** (43 fig.) (4e m.).

BERGET (A.). **La Vie et la Mort du Globe** (9e m.).

BERGET (A.). **Problèmes de l'Atmosphère** (27 fig.) (4e m.).

BERTIN (L.-E.), de l'Inst. **La Marine moderne** (66 fig.) (7e m.).

BIGOURDAN, de l'Institut. **L'Astronomie** (50 fig.) (8e m.).

BLARINGHEM (L.). **Les Transformations brusques des êtres vivants** (49 fig.) (7e m.).

BLARINGHEM (L.). **Problèmes de l'Hérédité expérimentale** (4e m.).

BOINET (Dr.). **Les Doctrines médicales** (9e m.).

BONNIER (G.), de l'Inst. **Le Monde végétal** (230 fig.) (11e m.).

BOUTY (E.), de l'Institut. **La Vérité scientifique, sa poursuite** (7e m.).

BOUVIER (E.-L.) de l'Inst. **Vie Psychique des insectes** (5e m.).

BRUNHES (B.). **La Dégradation de l'Energie** (8e m.).

BURNET (Dr Etienne), **Microbes et Toxines** (71 fig.) (7e m.).

CAULLERY (Maurice), professeur à la Sorbonne. **Les Problèmes de la Sexualité** (8e m.).

COLSON (A.), profr à l'Ec. Polyt. **L'Essor de la Chimie** (8e m.)

COMBARIEU (J.). **La Musique** (14e m.).

DASTRE (Dr A.) de l'Inst. **La Vie et la Mort** (19e m.).

DELAGE (Y.), de l'Institut. et GOLDSMITH (M.). **Les Théories de l'Evolution** (10e m.).

DELAGE (Y.) et GOLDSMITH (M.) **La Parthénogénèse** (4e m.).

DELBET (Dr P.). **La Science et la Réalité** (6e m.).

DEPERET (C.), de l'Institut. **Les Transformations du Monde animal** (8e m.).

ENRIQUES. **Concepts fondamentaux de la Science** (4e m.)

GASCOUIN (Général). **L'Evolution de l'Artillerie** (4e m.).

GRASSET (Dr.) **La Biologie humaine** (10e m.).

GUIART (Dr). **Les Parasites inoculateurs de Maladies** (107 fig.) (5e m.).

GUILLEMINOT (H.). **La Matière et la Vie** (4e m.).

HÉRICOURT (Dr J.). **Les Frontières de la Maladie** (10e m.).

HERICOURT (Dr J.). **L'Hygiène moderne** (13e m.).

HÉRICOURT (Dr J.). **Les Maladies des Sociétés** (5e m.).

HOUSSAY (F.), doyen de la Fac. des Sc. de Paris. **Nature et Sciences naturelles** (7e m.).

HOUSSAY (F.). **Force et Cause** (4e m.).

IOTEYKO (Dr Josefa). **La Fatigue** (13 fig.) (4e m.).

JOUBIN (Dr L.), professeur au Muséum. **La Vie dans les Océans** (45 fig.) (7e m.).

LAUNAY (L. de), de l'Inst. **Histoire de la Terre** (13e m.).

LAUNAY (L. de). de l'Inst. **La Conquête minérale** (5e m.).

LE BON (Dr Gustave). **L'Evolution de la Matière** (63 fig.) (37e m.).

LE BON (Dr G.). **L'Evolution des Forces** (42 fig.) (24e m.)

LECLERC DU SABLON (M.). **Les Incertitudes de la Biologie** (24 fig.) (4e m.).

LECORNU, de l'Institut. **La Mécanique**, avec 12 figures.

LE DANTEC (F.). **Les influ[...] ces Ancestrales** (16e m.)

LE DANTEC (F.). **La Lu[...] universelle** (12e m.).

LE DANTEC (F.). **De l'Hom[...] à la Science** (9e m.).

LOCARD (Dr Ed.). **L'Enquê[...] criminelle** (4e m.).

MARTEL. **L'Evolution sout[...]raine** (80 fig.) (7e m.).

MEUNIER (S.), professeur [...] Muséum. **Les Convulsions [...] la Terre** (35 fig.) (5e m.).

MEUNIER (S.). **Histoire gé[...]logique de la Mer** (5e m[...]

MEUNIER (S.). **Les Glacie[...] et les Montagnes** (4e m[...]

OSTWALD. **L'Evolution d'u[...] Science, la Chimie** (9e m[...]

PERRIER (Edm.), de l'Inst. du Muséum. **A Travers [...] Monde vivant.** (6e m.).

PERRIER (Edm.). **La Vie [...] action** (4e m.).

PICARD (Emile). **La Scien[...] moderne** (12e m.).

POINCARÉ (H.), de l'Institut. **[...] Science et l'Hypothè[...]** (36e m.).

POINCARÉ (H.). **La Valeur [...] la Science** (28e m.).

POINCARÉ (H.). **Science [...] méthode** (18e m.).

POINCARÉ (H.). **Dernière[...] Pensées** (14e m.).

POINCARÉ (Lucien). **La Physiq[...] moderne** (20e m.).

POINCARÉ (Luc.). **L'Electricit[...]** (16e m.).

RENARD (Cl). **L'Aéronautiqu[...]** 68 fig.).

RENARD (Cl). **Le Vol mécan[...]que. Aéroplanes** (121 fig.)

TISSIÉ (Dr). **L'Education phy[...]sique et la Race** (24 fi.) (5e m[...]

ZOLLA (Daniel). **L'Agricultur[...] moderne** (8e m.).

PSYCHOLOGIE, PHILOSOPHIE ET HISTOIRE

Voir la liste des ouvrages parus pages 2 et 3 de la couverture

2705. — Paris. — Imp. Hemmerlé, Petit et Cie — 7-20.


Duke University Libraries
D00660463P

